



Projet n°. 015403

FONIO

**Amélioration de la qualité et de la compétitivité de la filière fonio en
Afrique de l'Ouest**

Projet de Recherche spécifique ciblé (STREP)
INCO

WORK PACKAGE 6

Acquisition des connaissances sur les systèmes de culture à base de fonio et voies
d'amélioration de la productivité

D 32

**Etude bibliographique : Inventaire des connaissances
en termes de variétés cultivées en Guinée, au Mali et au
Burkina Faso et inventaire des connaissances en
termes de systèmes de culture incluant la production
de fonio dans ces trois pays**

Author: **Brice DUPUIS (CRA-W), Francis FOREST (Cirad), Didier STILMANT (CRA-W)**

Workpackage leader : Didier STILMANT (CRA-W)

Project coordinator : Jean-François CRUZ (Cirad)

CRA-W: Centre Recherches Agronomiques Wallon (Belgique)

Février 2007

Projet co-financé par la Commission Européenne au cours du 6ème programme cadre (2002-2006)		
Niveau de diffusion		
PU	Public	X
PP	Restreint aux participants d'autres programmes (Services de la Commission inclus)	
RE	Restreint à un groupe spécifié par le consortium (Services de la Commission inclus)	
CO	Confidentiel, restreint aux membres du consortium (Services de la Commission inclus)	

Authors : **Brice DUPUIS** ⁽¹⁾, **Francis FOREST** ⁽²⁾, **Didier STILMANT** ⁽¹⁾

(1) CRA-W (Centre de Recherches Agronomiques Wallon)
Département des systèmes agricoles
Rue de Serpont, 100 - B-6800 Libramont Belgique

(2) Cirad (Centre de Coopération internationale en Recherche Agronomique pour le Développement)
Département: Performances des systèmes de production et de transformation tropicaux
UPR Couverts permanents
Avenue Agropolis - TA B-01 / 07
34398 Montpellier Cedex 5 - France

Ce travail a été réalisé en collaboration avec:

Mali

- Dore GUINDO (IER – Bamako)
- Seydou TRAORE (IER – Bamako)
- Birama Diarra (IER – Bamako)
- Moussa Daouda SANOGO (IER – Cinzana)
- Michel VAKSMANN (IER – Bamako)

Guinée

- Thierno Alimou DIALLO (IRAG – Bareng)
- N'famara CISSE (IRAG – Bordo)
- Jacques GIGOU (IRAG- Bordo)

Burkina Faso

- Eric VALL (CIRDES – Bobo Dioulasso)

France

- Jean-François CRUZ (Cirad – Montpellier)

Nota: Ce travail a été soutenu financièrement par la Commission de la Communauté Européenne. Il ne reflète pas nécessairement les vues et en aucun cas ne préfigure la politique future de la Communauté dans le domaine.

Sommaire

	Pages
1 - Introduction générale	1
2 - Inventaire des connaissances en termes de variétés cultivées	1
2.1. Introduction	1
2.2. Classification botanique du Fonio	1
2.3 Classification des variétés	1
2.3.1. Première ébauche de classification	1
2.3.2. Introduction de caractères botaniques dans la classification	3
2.3.3. Introduction des groupements raciaux sur base de critères botaniques	7
2.3.4. Classification par analyses moléculaires	9
2.4. Exigences écologiques du fonio	9
2.4.1. Climat	9
2.4.2. Photopériodisme	9
2.4.3. Besoins en eau	9
2.4.4. Altitude	9
2.4.5. Température	9
2.4.6. Type de sol	10
2.4.7. Croissance du système racinaire	10
3 - Inventaire des connaissances en termes de systèmes de culture	12
3.1. Généralités sur les systèmes de culture	12
3.1.1. Introduction	12
3.1.2. Aperçu général de la technique de culture du fonio	12
3.2. Systèmes de culture fonio en Guinée	14
3.2.1. Bassins de production du fonio en Guinée	14
3.2.2. Etude des systèmes d'une zone productrice : le plateau du Fouta Djallon	14
3.2.3. Etude des systèmes d'une zone productrice : la Haute Guinée	23
3.3. Place du fonio dans les systèmes de culture au Mali	28
3.3.1. Bassin de production du fonio au Mali	28
3.3.2. Etude des systèmes d'une zone productrice : la plaine du Seno	29
3.4. Systèmes de culture du fonio au Burkina Faso	31
3.4.1. Bassin de production du fonio au Burkina Faso	31
3.4.2. Cultures pratiquées	31
3.4.3. Affectation des terres et assolement au sein du territoire villageois	32
3.5. Rapide aperçu des systèmes de culture fonio dans les autres pays d'Afrique de l'Ouest	32
3.5.1. Bénin	32
3.5.2. Côte d'Ivoire	34
3.5.3. Sénégal	34
3.5.4. Sierra-Leone	35
3.5.5. Togo	36
3.6. Regard méthodologique : le système de culture, facteur de production	37
4 – Bibliographie	40
Annexes	42

1 - Introduction générale

Ce livrable a pour but de dresser un état des lieux des connaissances concernant le fonio. Le fonio est une céréale originaire d'Afrique de l'Ouest principalement cultivée dans cette région. Nous aborderons tout d'abord la diversité variétale liée au fonio, nous verrons qu'élaborer une classification est malaisé en raison de la relative homogénéité de l'espèce. Nous exposerons ensuite les différents systèmes de culture existant dans les différents pays où cette céréale est cultivée. Nous verrons que cette céréale est très utile en période de soudure puisqu'elle arrive à maturité plus tôt que les autres céréales principales telles que le sorgho, le mil et le maïs. Ce livrable permettra de mieux cerner l'état des connaissances actuelles concernant cette céréale, de sorte que le projet FONIO puisse combler certaines lacunes dans ce domaine.

2 - Inventaire des connaissances en termes de variétés cultivées en Guinée, au Mali et au Burkina Faso

2.1. Introduction

Faire un bilan au niveau des variétés de fonio n'est pas chose aisée. En effet, il existe peu de références bibliographiques proposant un inventaire plus ou moins exhaustifs de ces variétés. S'il existe bien quelques écrits, ceux-ci sont souvent assez anciens. L'auteur à l'origine de l'article concernant le fonio dans le volume consacré aux cultures africaines oubliées publié par le National Research Council en 1996 résume bien la situation. En effet, le paragraphe consacré aux variétés cultivées tient en 2 lignes : « Il n'existe pas de variétés formelles en tant que tel mais il existe de nombreux biotypes qui se différencient par leur rapidité de maturation ».

2.2. Classification botanique du Fonio

Le fonio appartient à la famille des graminées, de la série des Panicoïdées, de la tribu des Paniceae et du genre des Digitaires. La classification de Henrard distingue 4 sous-genres et 32 sections à l'intérieur du genre *Digitaria*. Deux espèces sont cultivées : *Digitaria exilis* Stapf et *Digitaria iburua* Stapf (aussi appelé iburu ou fonio noir). Elles appartiennent toutes deux au sous-genre *Digitaria* et à la section *Atrofuscae*. Toutes deux sont annuelles et érigées (Vodouhe, 1998). Froment et Renard signalent également en 2001 une autre espèce cultivée, *Digitaria sanguinalis* Scop. qui présente diverses sous-espèces et variétés cultivées hors de l'Afrique.

2.3 Classification des variétés

2.3.1. Première ébauche de classification

Un document du début du siècle passé nous relate la diversité variétale du fonio dans les vallées du Sénégal et du haut Niger. Les variétés sont alors classées selon leur durée de végétation. La description qui est donnée des différentes variétés concerne principalement la taille du grain, la période de semis, les rendements obtenus et l'aspect des glumes. On constatera que les descriptions qui sont données sont assez approximatives, nous avons toutefois essayé de les résumer dans le tableau 1 repris ci-après.

En effet, la caractérisation des variétés s'appuie sur le nom paysan plutôt que sur une clé botanique solide. Nous verrons par la suite que ces lacunes nuisent à la traçabilité des variétés étudiées à l'époque. Portères qui, en 1955, s'était intéressé à l'article de Renoux et Dumas (1905) mentionnait que la plupart des noms vernaculaires en usage en 1905 s'étaient plus ou moins conservés, d'autres, cependant, avaient été complètement déformés ou remplacés.

Nom	Aspect des glumes	Taille du grain	Période de semis	Rendement	Goût	Autres caractéristiques
<i>Variétés hâtives: 90 à 110 jours de végétation</i>						
Bérélé	Blanchâtres	Petit	Premières pluies	Moyen	Estimé	Très répandu
Kourouké	-	Très petit	Premières pluies	-	Moins estimé que Bérélé	-
Bérélégué ou Finba	Blanchâtres	-	Avril	Bons	-	Se sème sur terrain nouvellement défriché
Finulé	Rouges	-	Premières pluies	-	Apprécié	Verse complètement à maturité
<i>Variétés mi-hâtives: 120 jours de végétation</i>						
Fanoumbagué	Blanches	Plus gros que Bérélé	Un mois après Bérélé	-	Meilleur que Bérélé	-
Fanoumbaoulé	Rouges	Plus gros que Bérélé	Un mois après Bérélé	-	Meilleur que Bérélé	-
Finigué	Blanches	-	Avant les pluies	Très productif	-	-
Béréba fing	Noires	-	Premières pluies	Très productif	-	Pousse sur terrain très caillouteux
Bérélé Missé	-	-	-	-	-	Petite taille, de 15 à 20 cm
Bérélé oulé	Très rouges	-	Milieu d'hivernage	Supérieur à Bérélé	Inférieur à Bérélé	-
Kokouni	Très blanches	-	Commencement de l'hivernage	Très productif	Très estimé	-
Bambou	Recouvertes de poils	-	-	-	Assez estimé	Verse complètement à maturité et poussière irritante quand passage au mortier
Kissa	Très blanches	-	-	-	-	Verse importante et gonflement à la cuisson
Foné balé	-	-	-	-	-	Variété du Fouta la plus estimée de cette région
<i>Variétés mi-tardives: 135 jours de végétation</i>						
Fonoba	-	-	Deuxième mois de l'hivernage	Productif	-	-
Mécri	Très blanches	Belles	-	Très productif	Très estimé	-
Fouibadjé	Rouges	-	-	Très productif	Très estimé	Verse importante, l'un des plus grands
Bassamba et Koussou	-	-	-	-	-	Variétés du Fouta moins apprécié que le balé
<i>Variétés tardives: 150 jours de végétation</i>						
Finba oulé	Rouges	-	Mois d'avril	Très productif	Très bon	On sème le mil après lui
Kassambara	Blanches	-	-	Peu productif	-	Epuise peu le terrain (avant mil)
Guangué	Blanches	-	Parmi les premiers semés	Bons	-	-
Sagara	Blanches	-	Plus tard que Guangué	Bons	-	-

Tableau 1. Caractérisation des principales « variétés » de Fonio selon Renoux et Dumas, 1905.

2.3.2. Introduction de caractères botaniques dans la classification

En 1955, Portères fut le premier à introduire des caractères botaniques en vue de réaliser une classification des variétés de fonio. Il fait remarquer que l'espèce cultigène *D. exilis* Stapf est d'une remarquable uniformité morphologique. Comme nous le verrons ci-dessous, les caractères différentiels qui pourraient être utilisés pour établir une discrimination entre variétés n'offrent en général aucune constance.

Les caractères botaniques utilisés par Renoux et Dumas en 1905 sont ceux utilisés par les cultivateurs sans en ajouter de nouveaux. Ces caractères ne permettent cependant pas d'identifier la variété avec certitude.

Portères (1955) a donc listé tous les caractères botaniques qui pourraient permettre la création d'une clef de détermination (20 en tout). Il a ensuite analysé la variabilité de ces caractères, repris ci-après, afin d'en dégager les plus pertinents.



© J.F. Cruz (Cirad)

Figure 1. Plante, racèmes et grains de fonio

1) *Durée du cycle végétatif*

"Ce caractère a une valeur strictement locale et ne peut s'étendre qu'après définition de l'environnement. Il est d'emploi pratique seulement pour une région" (ce qui souligne l'existence d'une certaine photosensibilité).

2) *Durée relative du cycle végétatif*

"Le classement des variétés en très hâtives, semi-hâtives, semi-tardives, tardives et très tardives offre généralement une valeur plus sérieuse et plus générale si l'on fait abstraction de la valeur absolue de la durée du cycle".

3) Pigmentation des organes végétatifs

"La même variété agraire peut être composite au point de vue de la pigmentation des organes végétatifs et la même race peut présenter dans ses populations des variations de la distribution topographique de la coloration. Enfin, les conditions écologiques accentuent ou masquent certains aspects".

4) Pigmentation des organes floraux

Comme pour la coloration des organes végétatifs, le caractère de pigmentation des organes floraux est très subjectif quand il faut passer d'un groupement par coloration à un autre. Néanmoins, le degré d'intensité de la pigmentation anthocyanique est un caractère important dans la distinction entre variétés agraires pour le cultivateur. En effet, la coloration des organes floraux conditionne la couleur du champ et à cette couleur les agriculteurs associent d'autres groupements de caractères tels que l'adaptation aux terrains, les époques de semis...

"Dans les appellations qu'il emploie, blanc signifie que l'épillet a une teinte claire (peu pigmentée), rouge, une teinte accusée (« qui fait le champ rouge »), noire, une pigmentation pourpre-violet foncé".

5) Pilosité

On ne peut pas se servir de ce caractère seul pour la classification des races.

6) Nombre de racèmes par inflorescence

"Le nombre de racèmes n'est pas un caractère fixe mais peut être employé dans la classification des races en tenant compte de l'amplitude et du mode de la courbe de fréquences, sans y attacher une valeur absolue, mais seulement y voir une indication".

7) Longueur des racèmes

"La longueur des racèmes est très variable dans le fonio, allant de 3 à 15 cm....On peut distinguer, malgré cette fluctuation, des races à longs racèmes (12-15 cm), à racèmes moyens (8-12 cm) et à racèmes courts (4 à 8 cm)".

8) Incurvation des racèmes

Il apparaît que ce caractère n'est qu'un effet mécanique en relation avec la longueur.

9) Spiculation de la base des racèmes

Il s'agit de la présence ou de l'absence d'élément ayant la forme d'une aiguille à la base des racèmes. Ce caractère est en relation avec les caractères décrits ci-dessous.

10) Densité des épillets sur le racème

"Suivant les races, le nombre d'épillets par longueur théorique de 10 cm de racème (densité) varie de 50 à 130. Les races hâtives ont une densité faible : 50 à 80, les semi-hâtives et semi-tardives, une densité de 80 à 105 et les tardives une compacité d'épillets allant de 100-130. Ces valeurs ne sont qu'indicatives. En bons sols ou sur chaumes-mâîtres, la densité est toujours beaucoup plus élevée que sur chaumes de N^{ième} ordre, ou dans les mauvaises cultures".

11) Appareils racémulaires

"Les épillets sont portés normalement par des groupes de 2-4 sur des appareils constitués vers leur base par 2-3 pédicelles insérés directement sur la nervure médiane et au dessus par un très long pédicelle dont une bonne moitié est soudée longitudinalement à la médiane"

"Les formes très hâtives ont généralement les épillets disposés linéairement, en apparence, sur le racème. Les formes à cycle moyen ont généralement les épillets nettement bisériés en apparence. Les formes très tardives ont souvent les épillets apparemment disposés sur trois rangées..."



© J.F. Cruz (Cirad)

Figure 2. Appareil racémulaire (groupe de 4pédicelles)

12) *Pédicelles et expansion cupuliforme*

"On observe aucune variation dans les pédicelles toujours plus ou moins flexueux et dont la longueur seule est sujette à des modifications"

13) *Forme de l'épillet*

"Il y a une relativement grande homogénéité dans toute l'espèce". La forme varie en profil, vu par l'axe dorsiventral, de ovale-elliptique à elliptique plus ou moins ventru, l'extrémité libre s'effilant plus ou moins. On peut utiliser ce caractère pour la différenciation des races".

14) *Dimensions de l'épillet*

Vu sa variabilité, il n'est guère possible d'utiliser ce critère pour réaliser une distinction raciale.

15 et 16) *Glumes inférieures et supérieures*

"Aucun caractère sérieux discriminatif de races n'est à en tirer".

17) *Glumelle inférieure de la fleur stérile*

"Cette structure offre parfois une grande variabilité dans le racème même..."

18) *Glumelle de la fleur fertile*

"Uniformité dans toutes les races..."

19) *Caryopse*

"Le seul caractère important à relever est la coloration du péricarpe, lequel est blanc, ou purpurent pâle à pourpre lie-de-vin. La teinte est en relation avec l'intensité de la pigmentation anthocyanique relevée sur les organes végétatifs, la glume supérieure et la glume inférieure de la fleur stérile".

20) *Organes végétatifs*

"Dans beaucoup de variétés, qui sont des populations, on trouve des types très colorés, d'autres peu ou pas, et beaucoup d'intermédiaires".

En conclusion, la différenciation raciale reste très difficile dans l'espèce *D. exilis* faute de caractères bien définis pouvant être utilisés taxonomiquement (Portères, 1955).

Un document écrit par Portères, 20 ans plus tard, aborde également la diversité génétique du fonio. L'auteur recense plus de 15 variétés dans le Fouta-Jalon et ses environs. Le nombre de ces variétés a tendance à fortement décroître lorsqu'on s'en éloigne. Ceci est représenté dans la figure 3.

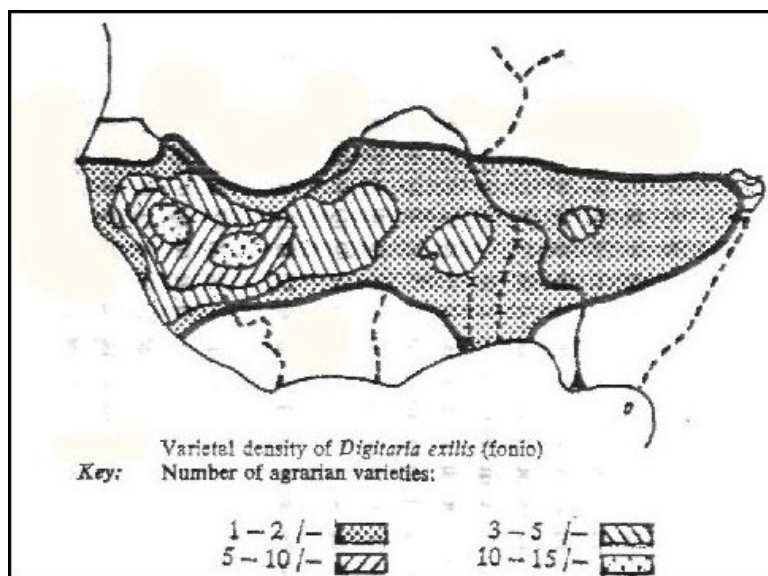


Figure 3. Densité variétale du fonio (Portères, 1976)

De plus, Portères (1976) souligne qu'il est possible qu'une variété botanique de fonio puisse porter différents noms selon l'endroit où elle est cultivée. Cela implique la plus grande prudence lorsqu'on utilise les noms locaux pour désigner des variétés de fonio.

Diallo (1997) va même plus loin en affirmant que ces appellations varient suivant les ethnies, les régions. Mais cette variation au niveau des dénominations ne suppose pas souvent une différence variétale stricte. Une même variété peut porter des appellations différentes bien que ces origines soient identiques. Alors que des dénominations identiques telles que Siragbé, Siragué, Rané, Raného, Foniba wulin, Fonibagbé, sont souvent attribuées à différentes variétés.

Ainsi, selon l'origine géographique ou ethnique voir les caractéristiques pédologiques nous avons (Diallo, 1998) :

- Fonio Tanda ou Maninka
- Fonio Koundara ou Konkouré
- Fonio Kadyè ou Kessourè sur sol gravillonnaire
- Fonio N'Dantari sur sol de plaine
- Fonio Ayndè sur sol de bas-fond
- Fonio N'dyarè sur sol sableux.

D'autres groupes ethniques se basent sur l'utilisation de caractères botaniques, pas toujours stabilisés, pour identifier leurs variétés de fonio. Ainsi, en Guinée, les paysans Peul se servent de la couleur des péricarpes, la forme et la grosseur des grains pour identifier leurs variétés :

- Péricarpe blanc : Fonyè Ranè en pular,
- Péricarpe sombre (noire) : Fonyè Bhalè,
- Péricarpe à couleur paille : Fonyè Bodhè,
- Péricarpe à petits grains : Fonyè Sewko,
- Péricarpe à gros grains : Fonyè Koulli.

Tous ces exemples réaffirment l'importance de la recherche et l'utilisation de caractères botaniques pertinents et stables afin de réaliser les classifications des variétés de fonio.

2.3.3. Introduction des groupements raciaux sur base de critères botaniques

Afin de s'affranchir des confusions que l'utilisation des appellations paysannes peut engendrer, Portères propose, en 1955, une clef de reconnaissance de ce qu'il va appeler des « groupes raciaux » (voir annexe 1). En créant ces groupes raciaux, il tente une réduction synonymique des appellations variétales, il avait surtout en vue de dégager des noyaux radicaux, des groupements fondamentaux de caractères qui sont supposés être représentés par des associations génétiques nodales. La synonymie n'est donc pas formelle, en ce sens qu'elle joue surtout sur des populations variétales de plus ou moins grande amplitude phénotypique et génétique qui ont évolué différemment sous des conditions culturelles et éco-géographiques différentes. Cette réduction synonymique proposée est intéressante parce qu'elle permet de sérier des tendances éco-physiologiques qui intéressent l'agriculteur et l'écologiste, des tendances morphologiques qui intéressent le commerçant, le conditionneur de produit et l'acheteur, des tendances biochimiques et organoleptiques qui intéressent le consommateur.

En d'autres mots, le but est ici de donner une même appellation à des écotypes de fonio morphologiquement semblables et cultivées dans des zones géographiques plus ou moins éloignées. En effet, dans une zone géographique restreinte, les fonios semblables portent souvent la même appellation.

Les groupes raciaux proposés par Portères sont les groupes (ou variétés) : densa, rustica, mixta, stricta et gracilis. La variété rustica comprend 2 sous-variétés : clara et rubra. La variété gracilis comprend 3 sous-variétés : curta, elliptica, pallida. La description de ces groupes et sous groupe est donnée dans l'annexe 1.

Le tableau 2 reprend la classification proposée par Portères en 1976. Cette classification est plus succincte que celle de 1955 et nous avons pris la liberté de la synthétiser dans ce tableau.

On constate qu'il y a peu de lien entre la classification de Portères (tableau 2), basée sur des critères botaniques bien qu'intégrant encore des indications sur la précocité des variétés, et celle de Renoux et Dumas (tableau 1), réalisée plus de 50 ans plus tôt

La classification de Renoux et Dumas nous donne une idée de la variabilité génétique existant au sein de la zone principale de culture du fonio tandis que la classification de Portères jette les bases d'une réelle classification objective de ces variétés.

2.3.4. Classification par analyses moléculaires

Les résultats d'une étude de la diversité génétique de *Digitaria exilis* menée par Adoukounou-Sagbadja et al. en 2007 sur 122 écotypes montrent l'existence de trois groupes hautement différenciés génétiquement. Cette diversité génétique des écotypes correspond à leur origine géographique. Géographiquement, les groupes génétiques 1 et 2 correspondent approximativement à la même zone, une zone qui couvre le bassin supérieur du fleuve Niger depuis la Guinée (avec une prédominance du groupe 1) jusqu'au Burkina Faso (où l'on retrouve exclusivement le groupe 2). Le groupe 3 regroupe les cultivars provenant du Bénin et du Togo, ce groupe est géographiquement isolé des deux premiers et couvre les zones cultivées du massif de l'Atacora qui traverse les deux pays depuis le nord du Bénin jusqu'au sud du Togo. La variabilité génétique mise en évidence entre les différents écotypes analysés est faiblement corrélée avec leurs attributs phénotypiques.

Tableau 2. Classification de Portères (1976)

Variétés	Pédicelles	Feuilles	Nombre de racèmes	Epillets		Di stribution	Phénologie	Pigm entation
				Nombre de rangées d'épillets le long des racèmes	Nombre d'épillets tous les 10 cm de racème			
Groupe primitif								
Toutes les variétés du groupe	Groupés par 3		2 racèmes	1 à 2	70 à 100		Maturation rapide	
var. <i>gracilis</i>	Rugueux	Marges incurvées				Région de Kankan		
var. <i>stricta</i>	Soyeux et glabres	Marges légèrement incurvées	3 à 4 racèmes	1 excepté au milieu du racème	Espacés	Guinée, Mali, Casamance, Burkina Faso		
Groupe élaboré								
Toutes les variétés du groupe	Groupés par 4		3 à 4 racèmes	2 à 3	90 à 120		Races robustes et à maturation tardive	
var. <i>rustica</i> :	Variétés où tous les organes sont couverts par des soies grossières							
subvar. <i>rubra</i>				Allongés avec des pointes étroites	Guinée, Mali, Burkina Faso et localement en Casamance			Riches en anthocianes
subvar. <i>clara</i>				Courts et convexes	Région de Kankan avec quelques extansions dans le Fouta et Bamako			Anthocianes absentes ou diffuses
var. <i>mixta</i>				Ellipsoïdes et convexes	Nord de Kankan, haut bassin du Niger			Végétative
Groupe très élaboré								
var. <i>densa</i>			3 à 4 racèmes	2 à 3	120 à 140	Togo	Long cycle végétatif	

2.4. Exigences écologiques du fonio

2.4.1. Climat

Le climat sous lequel croît le fonio est principalement celui de la zone tropicale avec une extension locale dans la zone subéquatoriale, mais toujours avec une saison sèche marquée, plus ou moins longue (Froment *et al.*, 2001).

Le fonio pousse dans les zones milicoles et sorghicoles, la zone de prédilection du fonio est la zone soudano-guinéenne (Vodouhe, 1998).

2.4.2. Photopériodisme

Des essais menés en 2005 par Aliero *et al.* sur 3 variétés distinctes de fonio semblent prouver que le fonio soit une plante photopériodique. Une activité importante du projet FONIO va porter sur l'étude du photopériodisme du fonio.

2.4.3. Besoins en eau

La pluviosité nécessaire est comprise entre 750 et 1250 mm avec une concentration des cultures dans la zone de 900 à 1000 mm. Cette norme peut être dépassée, le fonio ne craignant pas les fortes pluies, comme en Guinée où la saison des pluies peut avoir une cote pluviométrique qui atteint 3000 mm. On retrouve encore du fonio autour de l'isohyète de 500 mm de pluviosité annuelle mais, dans ces conditions, les champs sont établis en vallées qui jouissent d'un apport d'eau de ruissellement (Froment *et al.*, 2001). Vodouhe (1998) va beaucoup plus loin que cela en affirmant que le fonio se cultive même sous des isohyètes de 150 mm.. Toutefois, ce niveau de tolérance à la sécheresse semble excessif car Lo affirme en 1998 que les besoins en eau du fonio varient entre 500 et 800 mm par an, ce qui tend à confirmer les dires de Froment et al. en 2001.

2.4.4. Altitude

Le fonio blanc et le fonio noir se cultivent généralement dans des conditions similaires, toutefois le fonio noir est plus adapté à des conditions d'altitude que le fonio blanc (400–1300 m) (Vodouhe, 1998). Le fonio est même renseigné jusque 1500m. L'exposition a peu d'importance, les cultures de fonio sont situées indifféremment sur pentes ou sur plateaux, parfois même en vallées si la pluviosité est limitée (Froment *et al.*, 2001).

2.4.5. Température

Le fonio supporte des températures élevées. La température moyenne pendant le cycle cultural est comprise entre 25° et 30°C. Mais le fonio est cultivé jusque 1500m d'altitude où la température moyenne est de l'ordre de 20°C (Froment *et al.*, 2001).

2.4.6. Type de sol

Le fonio est peu exigeant et s'accommode d'une large gamme de sols : sableux, limoneux, même caillouteux et superficiels. Les sols très argileux lui conviennent moins (Froment *et al.*, 2001). De ce fait, il est habituellement cultivé sur des sols pauvres, sablonneux ou ferrallitiques qui sont considérés comme trop infertiles pour le mil, le sorgho ou d'autres céréales. Dans la région de Fouta Djallon en Guinée, où le fonio est très répandu, les sols sont composés d'argiles très acides présentant une concentration élevée en aluminium. Cette combinaison acidité-aluminium est d'ailleurs toxique pour de nombreuses cultures alimentaires (National Research Council, 1996).

Le fonio est plus fréquemment cultivé hors des parcelles régulièrement assolées, sur des sols marginaux, peu fertiles voire franchement pauvres. De ce fait, la culture toujours conduite extensivement, est accusée de dégrader les sols. Mais c'est plus la situation des champs et la

possibilité d'obtenir une production sur des sols qui ne devraient pas être cultivés que la culture même du fonio, qui sont responsables de la dégradation. Quand le fonio intervient dans le cadre d'une rotation, il se positionne souvent après un riz pluvial, en culture hâtive avant une autre culture au cours de la même saison culturale ou en fin de rotation si le sol n'est pas trop envahi par les adventices (Froment *et al.*, 2001). Deux cultures seront possibles la même année à condition que la période de végétation soit suffisamment longue.

On réserve les meilleurs sols pour les variétés hâtives. Sur ces sols, les variétés tardives ont tendance à verser et produisent trop de pailles par rapport aux grains (Froment *et al.*, 2001).

2.4.7. Croissance du système racinaire

2.4.7.1. Morphologie

La plante développe des centaines de fines racines qui s'enchevêtrent. Il s'agit d'une maille chevelue d'organes souterrains de diamètre inférieurs au mm qui emprisonnent dans un véritable filet tout le substrat de la rhizosphère (figure 5).

2.4.7.2. Développement du système racinaire

Des observations ont été réalisées en rhizotron sur 3 variétés : une variété à cycle court (CVF 109), une variété de cycle intermédiaire (CMO 7275) et une variété de cycle long (CMO 7312). Les courbes de croissance racinaire obtenues sont reprises à la figure 4.

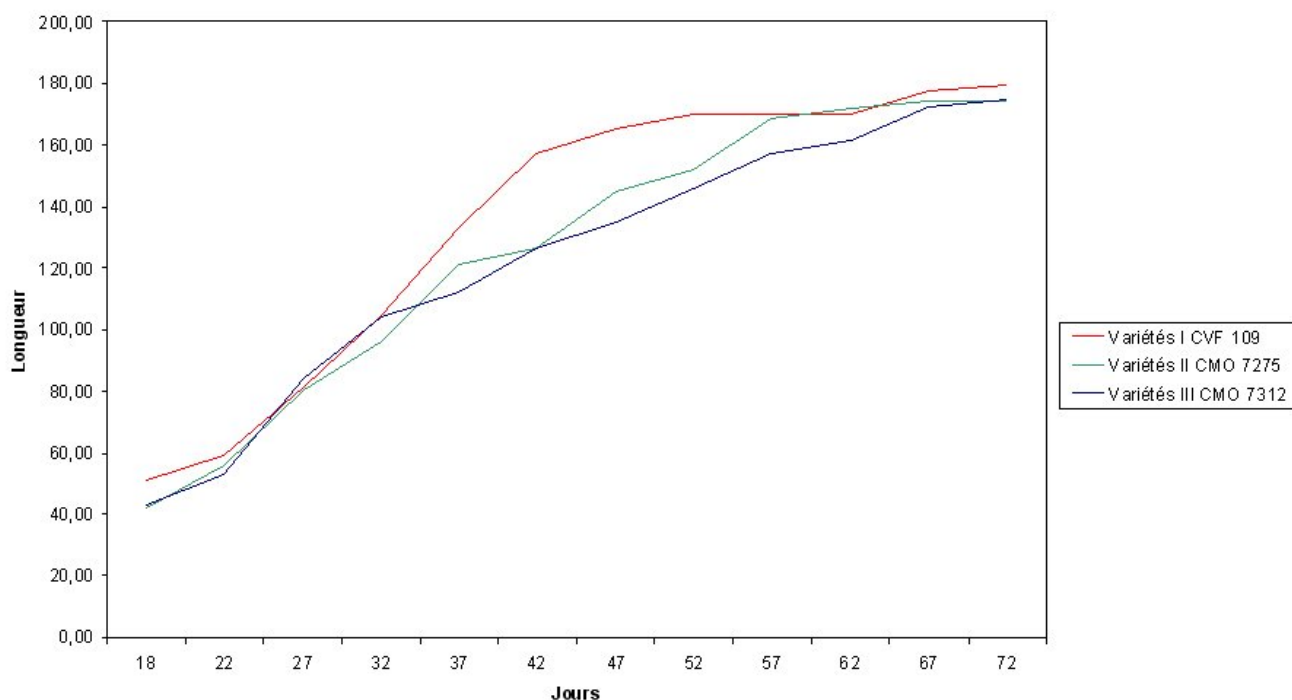


Figure 4. Croissance du système racinaire de trois variétés de fonio caractérisées par des longueurs de cycles contrastées. (en ordonnée, longueur des racines en mm).

Les courbes d'évolution du système racinaire ont une allure ascendante. Les deux courbes de CMO 7275 et de CMO 7312 ont une évolution similaire. Il s'agit d'une croissance rapide du 18^{ème} au 67^{ème} jour suivie d'un plateau. Cette croissance rapide des racines correspond au développement de la partie végétative et à l'apparition des talles (figure 4). Ensuite, on observe une stagnation de la croissance des deux courbes à 175 cm et ceci jusqu'à la floraison.

La courbe de la CVF 109 à une croissance accélérée jusqu'au 37^{ème} jour correspondant au développement de la partie végétative et à l'apparition des talles. Une seconde partie (37^{ème} au 52^{ème} jour) qui a une croissance faible correspond à la période de floraison, une dernière partie avec une légère croissance correspondant à l'apparition de quelques talles, et enfin un arrêt à 179 cm. L'arrêt de la croissance du système racinaire pendant la floraison est liée au fait que la plante mobilise toutes ses réserves nutritives pour faire face à la formation des grains.

La partie aérienne des variétés atteint au maximum 80 cm de haut alors que le système racinaire descend jusqu'à 228 cm soit un rapport de 1 à 3. Le fonio serait une céréale "iceberg" où la partie non visible serait de loin la plus importante en longueur, du moins lorsque cette plante est cultivée en rhizotron (voir figure 5).



© D. Sansan (Inera)

Figure 5. Morphologie du système racinaire

3 - Inventaire des connaissances en termes de systèmes de culture incluant la production de fonio (Guinée, Mali et Burkina Faso)

3.1. Généralités sur les systèmes de culture

3.1.1. Introduction

Si l'une des ambitions du projet FONIO est de démontrer qu'il est possible d'améliorer le matériel végétal pour le rendre plus performant, l'adoption et la diffusion des résultats et du matériel obtenus ne pourra se faire sans une analyse détaillée des opportunités et des risques susceptibles de stimuler ou de bloquer l'innovation. En partant de situations existantes, la caractérisation fine des conditions biophysiques et économiques d'adoption de ces innovations, notamment variétales, constitue ainsi un des axes forts de la démarche développée dans le projet.

Dans cette optique, dans les chapitres qui suivent, il est proposé, à titre de présentation de la démarche système adoptée par les équipes, de montrer pour quelques situations, en particulier en Guinée, l'importance du facteur « système de culture » en tant qu'ensemble de techniques et d'actions visant, en vue d'assurer le mieux être des acteurs concernés, à optimiser dans la durée et dans l'espace l'interaction Climat - Sol – Plante et son effet sur la productivité de l'exploitation agricole *sensu lato*.

Dans ce contexte, le système de culture peut se définir comme la combinaison de la force de travail et des moyens mis en oeuvre pour obtenir une ou plusieurs production(s) végétale(s). C'est une surface homogène du point de vue des cultures pratiquées, de l'ordre de succession de celles-ci et des techniques mises en oeuvre (Dufumier 1985 dans Detraux 1991).

3.1.2. Aperçu général de la technique de culture du fonio

3.1.2.1. Semis

Le semis s'effectue au début de la saison des pluies voire avant les premières pluies. La préparation du sol est le plus souvent sommaire. L'élimination de la végétation naturelle se fait par le feu qui est suivi d'un épandage des cendres. Le sol est ameubli superficiellement par un grattage sur quelques centimètres, ameublissement qui n'est même pas toujours pratiqué si le sol est de texture légère. D'ailleurs, le labour n'est pas une nécessité car le fonio germe très rapidement et, en semis dense, il étouffe toute autre végétation.

Le semis se fait le plus souvent à la volée, en mélangeant les graines avec une part égale de sable ou de cendres. La semence est enfouie à faible profondeur par un léger binage. Mais le semis en ligne au semoir est également possible. Il permet de réduire la quantité de semences nécessaire et d'assurer l'élimination des mauvaises herbes entre les lignes. Sur cette base, la quantité de semence utilisée peut varier de 10 à 30 kg par hectare suivant la propreté du champ et le mode de semis.

La germination est rapide (2 à 4 jours) dès que les conditions requises, d'humidité et de chaleur, sont satisfaisantes. La lumière semble activer la germination, ce qui renforce l'intérêt d'un semis superficiel.

La préparation du sol et le semis demandent 20 à 25 journées de travail par hectare (Froment *et al.*, 2001).

3.1.2.2. Entretien de la culture

L'entretien se limite à un ou deux désherbages manuels qui demandent entre 20 et 30 journées de travail par hectare (Froment *et al.*, 2001). Dans aucun des documents consultés, il n'est fait mention de la fertilisation du fonio, celle-ci à l'air absente des pratiques traditionnelles.

3.1.2.3. Récolte

L'objectif de la culture étant de disposer d'une ressource alimentaire avant la moisson des céréales principales, la récolte est échelonnée en fonction des besoins immédiats de la famille et commence dès la maturité du grain, souvent avant que les pluies aient cessé.

La récolte est manuelle et sa mécanisation est difficile du fait que les tiges sont souvent couchées. Leur relevage est difficile vu la finesse des chaumes et, de plus, favorise l'égrainage. Quand le fonio est sec, les graines se détachent facilement de la panicule. Aussi, la récolte doit-elle se faire avant que la saison sèche ne soit tout à fait installée, quand l'air conserve encore un certain taux d'humidité. La récolte se fait à la faucille. Les panicules et le sommet des tiges sont assemblés en petites bottes qui, si le temps le permet, sont laissées quelques heures sur le sol.

Après la récolte, les bottes confectionnées au champ sont rentrées sous abri et mises en tas de faible hauteur pour éviter tout échauffement qui favoriserait les moisissures. L'égrainage, en saison des pluies, se fait après une huitaine de jours.

Au début de la saison sèche, les bottes récoltées sont conservées suspendues, sur plusieurs rangs les unes au-dessus des autres, sur des barres transversales fixées à deux piquets plantés en terre. Il est recommandé que le rang supérieur soit constitué d'un rang de paille destiné à protéger les rangs inférieurs des averses résiduelles.

L'aire de battage doit être très propre de manière à incorporer le moins possible de particules de terre aux grains, lesquelles déprécient le produit. L'égrainage se fait soit en frappant les gerbes sur le sol, soit en les foulant au pied. L'usage d'une batteuse munie de secoueurs facilite le travail. Les glumelles restent attachées aux grains qui, de ce fait, conservent une certaine humidité et doivent encore être mis à sécher. On constate que le grain est bien sec quand il coule facilement entre les doigts.

L'égrainage doit se faire rapidement après la récolte. Les grains sont étendus en une couche peu épaisse pour terminer le séchage avant le vannage (Froment *et al.*, 2001).

3.1.2.4. Rendement

Les rendements varient fortement en fonction de la variété, des conditions climatiques, de la saison culturale, du niveau d'entretien de la culture, et notamment de l'abondance des adventices, de la situation, de la nature et du degré de préparation des sols. Un rendement moyen de 800 kg par hectare paraît très satisfaisant. Cependant, la littérature signale une gamme de rendements allant de plus de 2.000 kg à moins de 150 kg par hectare. Les variétés tardives sont les plus productives (Froment *et al.*, 2001).

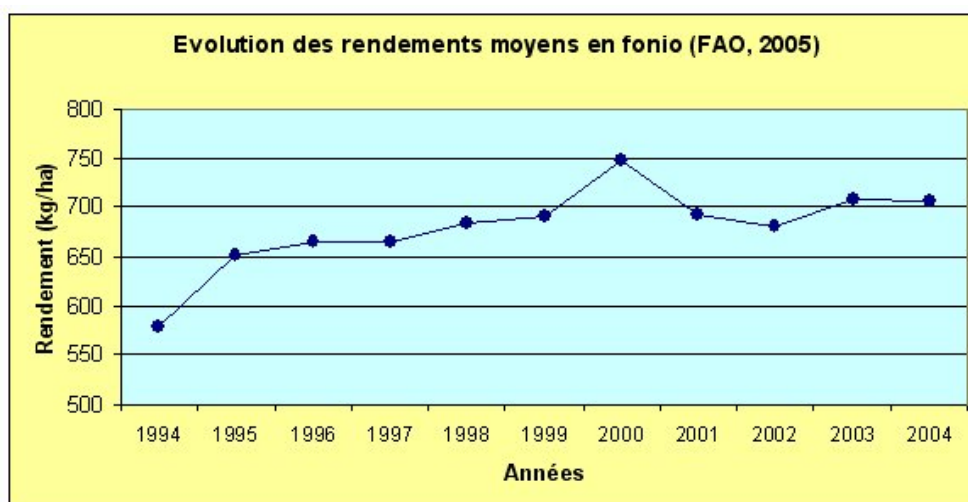


Figure 6. Evolution des rendements moyens en fonio en Afrique occidentale

Nous pouvons constater (figure 6) qu'au cours des dernières années, il y a eu assez peu d'évolution quant aux rendements moyens obtenus en fonio. Rendements moyens qui avoisinaient les 700 kg/ha et apparaissent dès lors comme légèrement inférieurs à ceux annoncés par Froment *et al.* en 2001. Ceci souligne le manque d'apport et d'amélioration agronomique conséquent vis-à-vis de cette culture.

3.2. Systèmes de culture fonio en Guinée

3.2.1. Bassins de production du fonio en Guinée

En Guinée, le fonio est cultivé dans les quatre régions naturelles où il occupe la deuxième place après le riz. Les régions où il est le plus abondant sont la Moyenne et la Haute Guinée où il représente, respectivement, l'aliment de base et l'aliment de soudure (Diallo, 1997).

En Moyenne Guinée, le fonio couvre en grande partie le plateau Central du Fouta-Djalon qui s'étend du nord de Mamou au nord de Labé et comprend les plaines de type N'Dantari de Dalaba, Pita et Labé.

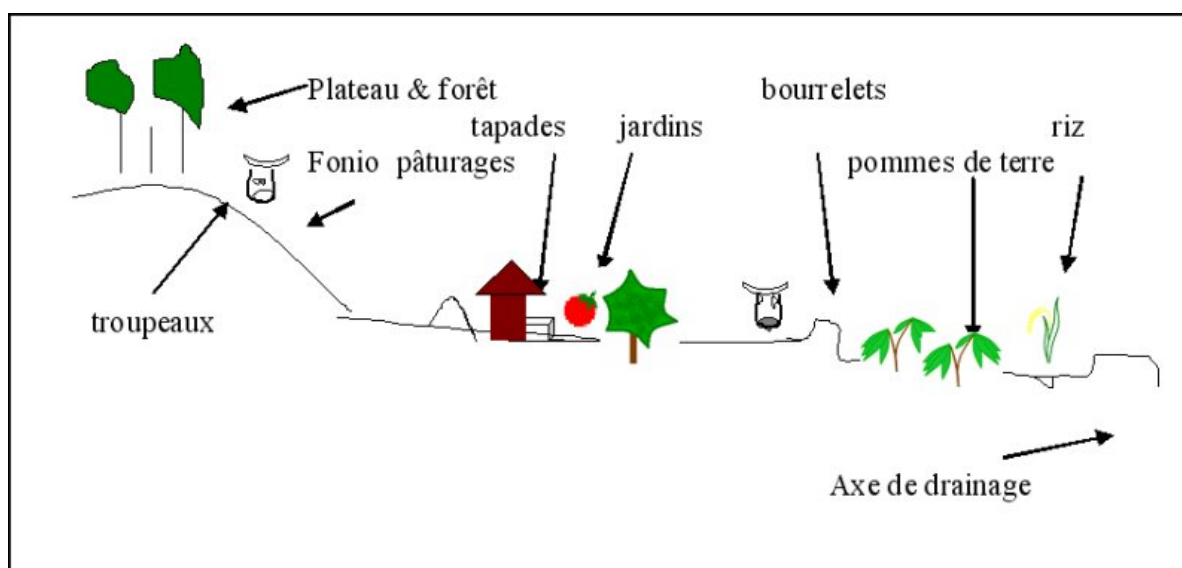
En Haute Guinée, les zones de Dabola, Kouroussa, Kankan, Siguiri constituent le domaine privilégié de la culture et il en est de même pour la bande de Faranah jusqu'aux terres riches de Kérouané (Diallo, 1998).

3.2.2. Etude des systèmes d'une zone productrice : le plateau du Fouta Djalon

3.2.2.1. Contexte général

Le manque de ressource en sol cultivable de bonne qualité dans cette région explique pourquoi la culture du fonio, peu exigeante, constitue une des activités principales suivies des cultures de riz du maïs et de l'arachide. Il s'agit d'une culture traditionnelle avec une gestion encore collective des travaux en particulier sur les terres éloignées du village. La productivité y est faible, inférieure à 1000 kg/ha en raison de la pauvreté des sols et de l'absence de fertilisation. L'apport de matière organique est réservé, quant à lui, aux cultures maraîchères, aux jardins de case (tapade) et à la pomme de terre en zone de plaine.

En effet, on peut distinguer plusieurs systèmes de culture selon que l'on se trouve à l'intérieur (tapades) ou en dehors de la concession (champs extérieurs et bas fonds) familiale (Detraux, 1991).



© Forest (Cirad)

Figure 7. La toposéquence type du Fouta Djalon.

Ainsi, la toposéquence, en jouant sur la qualité des sols et de l'alimentation hydrique, structure les systèmes de culture :

- Les cultures extensives, tel que le fonio, trouvent leur place sur des jachères forestières plus ou moins arborées après défrichement et incinération.
- Les cultures intensives sont localisées dans les enclos ménagers appelés, localement, « tapades ».
- Depuis plus récemment, la culture de pomme de terre se trouve en extension sur les zones basses et humides.
- On assiste à une divagation générale des troupeaux et à une surcharge des pâturages en saison sèche.

Les feux de brousse sont, quant à eux, fréquents à l'occasion du renouvellement des pâturages ou de la préparation des terrains de culture ou par simple imprudence.

Malgré ces conditions de milieu difficiles, cette région joue un rôle majeur dans la production nationale de fonio (tableau 3). Un des objectifs du projet sera d'en comprendre les raisons agronomiques et socioéconomique. On évoquera, en première hypothèse, la présence d'une température fraîche en septembre, caractéristique des climats d'altitude, et favorable à une maturation lente et de qualité de la graine.

Types de culture	Fouta Djallon	Haute Guinée	Guinée Forestière	Total
Riz	34 197	150 500	115 430	300 127
Fonio	55 977 (33 %)	44 594 (13 %)	7 219 (5 %)	107 790 (16 %)
Mais	31 559	33 791	3 459	68 809
Sorgho	5 503	18 133	0	23 636
Arachide	22 709	36 291	6 152	65 152
Manioc	10 147	42 318	12 806	65 271
Patate douce	3 711	1 211	2 363	7 285
Taro	4 853	0	0	4853
Igname	25	1 296	937	2258
Haricot	153	323	831	1307
Mil	0	14 285	0	14 285
Voandzou	155	940	0	1095
Total	168 989	342 592	150 107	661 688

Sources : SSNA, 2001

Tableau 3. Comparaison régionale des surfaces, en ha, cultivées par culture. La proportion des surfaces cultivées dévolues aux différentes cultures dans les différentes régions est reprise entre parenthèses.

Les points suivants décrivent plus avant les systèmes de culture selon que l'on se trouve à l'intérieur (tapades) ou en dehors de la concession (champs extérieurs et bas fonds) (Detraux, 1991). Le détail de chacune des zones de cultures (champs extérieurs, tapade et bas-fonds...) seront présentés suivant la toposéquence.

3.2.2.2. Les cultures et leur conduite en champs extérieurs

Par champ extérieur, il faut entendre toute parcelle située en dehors de la concession (à l'exception des bas fonds). Le champ appartient ou non au territoire villageois.

Contrairement aux villages, l'exploitation en champ extérieur est extensive et caractérisée par l'alternance de périodes de culture et de jachères.

Les terres cultivées par le village sont réparties en secteurs généralement au nombre de 3 ou 4 et en accord avec les villages voisins. Un seul secteur est cultivé à la fois, les autres sont laissées en jachère d'au moins 6 ans si les surfaces le permettent. Ce système à l'avantage de permettre aux troupeaux de paître en liberté dans les secteurs non cultivés et d'assurer à la terre un minimum de repos (Detraux, 1991).

La décision de remise en culture d'un secteur se prend au sein du conseil des sages de chaque village, sous proposition des producteurs et en concertation avec les villages voisins.

Ceux qui transgressent la loi et laissent divaguer leurs animaux dans un secteur mis en culture sont tenus de dédommager les cultivateurs. De même, ceux qui désirent continuer à cultiver la zone sont tenus de clôturer leurs parcelles à leurs frais et à leurs risques.

Cultures pratiquées en champs extérieurs

Les cultures des champs extérieurs sont destinées à fournir une partie des céréales consommées dans l'année par la famille. Les céréales qui sont cultivées sont presque exclusivement constituées de fonio, et beaucoup plus rarement de riz. L'arachide peut être également cultivée, quoique plus rarement et sur sols filtrants de versants (hansanguéré) (Detraux, 1991).

La durée de mise en culture des sols varie de 5 à 7 ans en moyenne. Cependant, les rendements sont en forte diminution dès la 5^{ème} année. Une culture de riz sur versant est suivie d'une culture de fonio de 3 à 5 ans maximum.

Sur sols ndantari, à une jachère herbeuse de 10 ans et plus, succède une culture de fonio pendant 5 à 7 campagnes. La mise en culture s'achève lorsque les rendements sont jugés trop faibles (Detraux, 1991).

Sur les sols des plaines de Timbi et les régions plates immédiatement environnantes, on pratique principalement la monoculture du fonio avec un temps de jachère plus ou moins long. Le fonio est cultivé trois, cinq ou sept ans de suite pour un temps de jachère égal, supérieur de deux à quatre ans au maximum et parfois inférieur, ce qui est catastrophique pour la régénération des éléments du sol. Le temps de jachère est inversement proportionnel à la pression démographique.

Sur les sols de pente, le schéma de la rotation fonio/jachère est bien meilleur avec une à trois années de monoculture de fonio pour 7 à 9 ans de jachère. On voit aussi apparaître des rotations avec de l'arachide. Dans les régions plus lointaines que la zone enquêtée, sur sol relativement riche, le riz passe en tête de rotation suivi par une année d'arachide ou du fonio pendant une ou plusieurs années (Bourdillat, 1995).

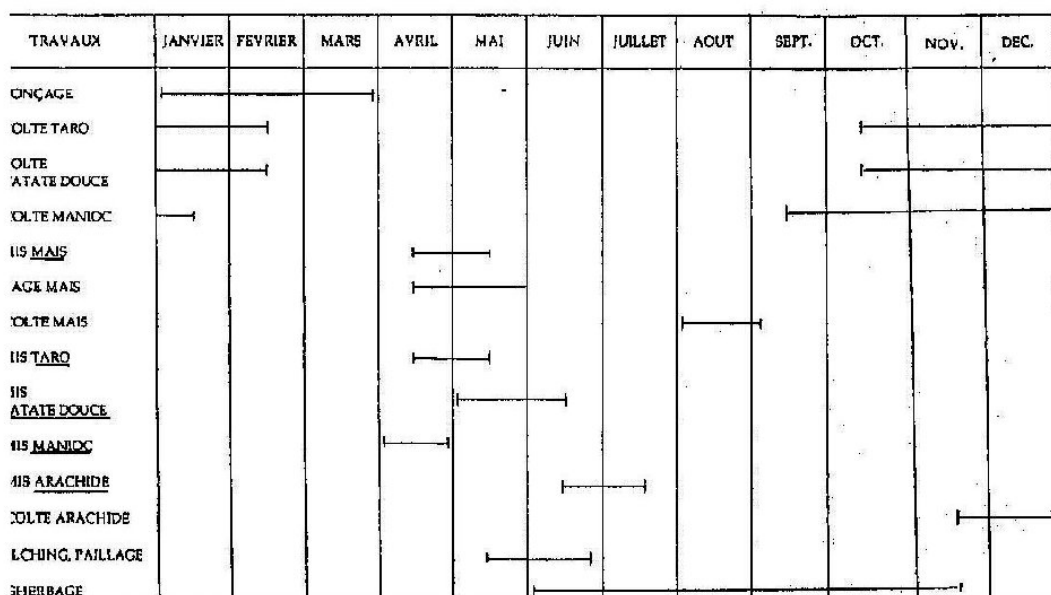


Figure 8. Calendrier culturel sur champ extérieur (Detraux 1991).

Comme déjà souligné, les agriculteurs guinéens sèment différentes variétés de fonio, et ensuite, ils sèment les zones vides avec une variété de mil guinéenne à cycle court (*Brachiaria deflexa*) (National Research Council, 1996).

Force de travail en champs extérieurs

Les femmes et les enfants participent au labour (houe), à l'épierrage et à l'émiettage, au semis, au désherbage, à la récolte et au battage. Les hommes sont responsables du défrichement, du labour attelé, du hersage et participent à la récolte. Dans les parcelles appartenant aux femmes, l'homme n'intervient que dans le défrichement et éventuellement pour la réfection des clôtures (Detraux, 1991).

Techniques culturales en champs extérieurs

Aucune technique culturale pour amender le sol – excepté l'utilisation de la pratique des feux – n'est pratiquée depuis l'interdiction du mouki, il y a une vingtaine d'années.

Le mouki, sorte d'écobuage pratiqué sur sol ndantari ou hollandé, était une pratique autrefois très répandue particulièrement dans les Timbi. Elle consistait à disposer la matière organique (branchages, herbe, bouses) en petits tas recouverts de terre puis mis à feu. Cette technique présentait l'intérêt – après dispersion des cendres – d'apporter les éléments minéraux assimilables par la plante et nécessaires au début de la culture.

Cependant, cette technique provoquait parallèlement une véritable cuisson de la terre, formant ainsi des croûtes discontinues. Les débris de ces croûtes rouge-ocre, semblables à des fragments de brique, sont d'ailleurs très facilement observables dans les horizons superficiels des sols ndantari et hollandé des Timbi.

Cette pratique permettait cependant la culture de riz une année suivie d'une, et parfois deux, années de fonio. La terre était ensuite laissée en jachère pour une période de 10 années au moins, période pouvant aller jusqu'à 20 ans et plus (Detraux, 1991).

Si le terrain est cultivé pour la première année, un nettoyage est effectué par défrichement, brûlis et ramassage des gros débris végétaux. Un brûlis est généralement provoqué autour du champ pour éviter que le feu ne se propage ailleurs. Cette méthode est contestée par le gouvernement mais elle reste nécessaire pour désherber les champs en friche, détruire les graines de plantes adventices et minéraliser rapidement quelques éléments par les cendres des pailles (Bourdillat, 1995).

Le défrichement ne comprend jamais un désouchement qui demanderait des instruments plus puissants que la hache et la faucille traditionnelles. Les arbres sont coupés ; certains grands arbres, comme le « néré » (*Parkia biglobosa*) ou le « téli » (*Erythroleum sp.*), sont laissés intacts, si ce n'est un élagage succinct pour diminuer l'ombrage. Les branches et branchages, dont une partie est ramenée en tapade, sont assemblés en tas et brûlés. Les cendres sont ensuite dispersées. Chaque année, un défrichement des repousses est effectué.

Après le défrichement, généralement effectué par les hommes, les femmes et les enfants effectuent un épierrage, pour éliminer les plus grosses pierres. Celles-ci sont rassemblées en tas ou éventuellement en cordons, disposés perpendiculairement au sens de la pente.

Après un grattage à la daba (assimilé au labour), le semis (en moyenne 50 kg/ha pour le fonio, 35 kg/ha pour le riz) est effectué à la volée. Les graines sont ensuite enfouies par un nouveau passage à la daba.

Un ou plusieurs désherbage(s) a (ont) lieu en fonction de la main d'œuvre et du temps disponible.

Le riz est moissonné 4 mois environ après le semis, le fonio, 2,5 à 4 mois après le semis en fonction du niveau de précocité de la variété (hâtive ou tardive). Souvent, la semence est conservée dans le grenier d'une année à l'autre et prélevée sur les récoltes.

L'arachide, semée après défrichement et piochage des sols hansanguéré (sur versant), est mise en place à raison de 1 à 2 grain(s) par trou, les trous étant espacés de 15 cm.

Les sols ndantari sont labourés à la charrue. Celle-ci, de fabrication locale, est légère et de petite dimension. L'attelage est généralement composé de deux bœufs de traction de petite taille menés soit par leur propriétaire, soit par des enfants.

La petite taille des animaux, la conception de la charrue et le type de sol ne permettent pas un travail en profondeur : la profondeur du labour varie en moyenne de 3 à 4,5 cm et peut atteindre au plus 7 cm.

Avant ou après le semis à la volée, les femmes effectuent un émiettage des mottes à la houe. Ensuite, un passage à la herse attelée est réalisé. La herse est elle-même assez rudimentaire et légère. Elle est constituée d'un cadre métallique de 0,8 à 1 mètre, sur lequel sont fixées quinze dents de section carrée (Detraux, 1991).

La petite mécanisation agricole s'est relativement bien développée dans la région. Plusieurs projets ont participé à l'extension de la pratique du labour attelé. Selon l'ONU, il existait en 1991 23000 exploitations pratiquant la culture attelée sur le sol guinéen. La culture attelée est quasiment entièrement réservée à la culture du fonio au Fouta Djallon. La difficulté d'approvisionnement des pièces de charrue engendre des problèmes suite à leur usure prématurée. Cependant, comme l'utilisation de la charrue est très peu sollicitée pour la culture du fonio, leur durée de vie s'en voit prolongée (environ 20 ans) (Bourdillat, 1995).

Les sols « ndantari », bien que ne permettant que de faibles rendements dans le contexte actuel, sont fortement appréciés par les paysans en raison précisément de leur plus grande facilité de préparation (jachère herbeuse – pas de défrichement – possibilité d'utiliser la traction animale).

Les sols « hollandé » sont des sols hydromorphes souvent apparentés aux ndantari. Ces sols peuvent être cultivés en riz, à condition de recevoir une fumure (lorsque le coût des engrais en fonction des moyens disponibles n'est pas trop élevé).

La pointe de travail, mise à part la période de récolte, se situe entre le mois de mai-juin (début des pluies) et le mois de juillet (fin des semis). Entre le semis et la récolte, un ou plusieurs désherbage(s) est (sont) effectué(s) selon le temps disponible et les autres travaux culturaux (tapade, bas-fond). La surveillance des champs d'arachide et de riz contre les prédateurs éventuels (oiseaux, singes, petits rongeurs) est réalisée le plus souvent par les enfants.

La récolte est effectuée généralement à l'aide d'une petite faucille appelée « worto »



© JF. Cruz (Cirad)

Figure 9. Agriculteur du Fouta Djallon avec sa faucille ou "worto"

Les gerbes sont liées à l'aide des pailles. Le fonio, dont la graine est très petite, est battu en le foulant aux pieds. Celui-ci est éventuellement battu à l'aide du bâton comme pour le riz, lorsque la quantité est suffisante. Le battage s'effectue sur une aire de battage plane, tassée ou compactée en surface permettant de récupérer facilement les graines.

Le fonio est ensuite assemblé en tas, puis vanné. La récolte triée est séchée et engrangée dans les greniers traditionnels en argile ou dans des sacs ou des paniers scellés à l'aide de terre mélangée à de la bouse de vache, lorsque les quantités sont moindres. Ceux-ci sont entreposés dans les parties supérieures des cases (Detraux, 1991).

Sur sol de pente, la préparation du sol ne se fait généralement pas au-delà de la première année de culture parce que le sol est déjà ameubli par la culture de l'année précédente. Sinon, il est effectué dans le sens perpendiculaire de la pente. Le semis se fait sur les récoltes de l'année précédente à la volée. On sème plus densément en plaine, là où le sol est de faible qualité. On enfouit les graines à faible profondeur par un hersage ou un recouvrement à la daba. Si le recouvrement n'est pas fait, les semis sont dévastés par les oiseaux et/ou les fourmis. Cependant, si l'enfouissement est trop profond, les graines n'arriveront pas à germer. Le sarclage est pratiqué lorsque le paysan juge qu'il est nécessaire. Il est fait à la main, durant plusieurs journées (il fait rarement l'objet d'un travail en communauté pour quelques heures). On sarcle dans certains champs deux voire trois fois durant la culture. L'apparition des mauvaises herbes sur une culture de fonio est, apparemment, inversement proportionnelle à la fertilité du sol (Bourdillat, 1995).

3.2.2.3. Les cultures et leur conduite dans les tapades

La tapade ou « Gallé » est une sorte de « jardin de case », situé à proximité directe des cases. L'ensemble des tapades forment la concession et l'ensemble des concessions forme le village. L'exploitation de la tapade est sous la responsabilité de la femme qui la reçoit à son mariage. Cependant, le mari est propriétaire de la terre, il attribue une parcelle à sa (ou chacune de ses) femme(s) qui la gère à son tour comme usufruitière. Chaque fils aura sa parcelle dans la parcelle maternelle.

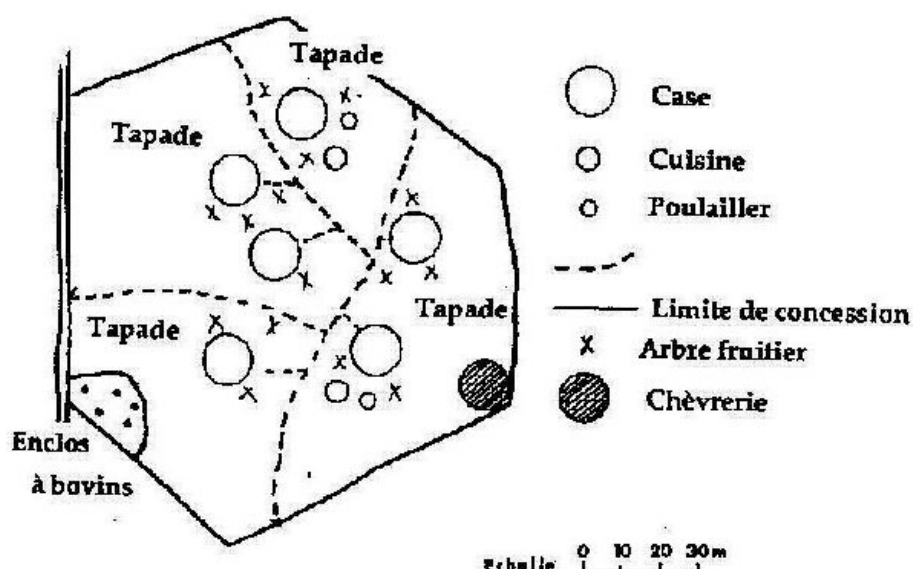


Figure 10. Représentation schématique de la tapade (Detraux 1991).

A l'intérieur de la concession, un véritable microclimat a été créé, grâce à la présence de haies vives et de nombreux fruitiers. Ce microclimat particulier favorise un système de culture très perfectionné, qui combine la production vivrière et le maintien de la fertilité du sol.

Quel que soit le type de sol, l'exploitation en tapade est intensive et continue. Le système de culture est fondé sur l'apport régulier de matière organique d'origine animale et végétale : bouses de vaches, crottins de chèvres, débris végétaux et déchets ménagers compostés ou non, mulching, cendres venant des foyers,... (Detraux, 1991).

Cultures pratiquées

Les cultures pratiquées le sont en association et les récoltes échelonnées au cours du temps (maïs, taro, patate douce, manioc et arachide en cultures principales), auxquelles il faut ajouter les nombreux légumes et condiments (tomate, courge, niébé, aubergine, piment, gombo, igname, oseille de Guinée, épinards de Guinée et même la pomme de terre, introduite depuis peu en tapade).

La pratique de l'association des cultures (maïs plus tubercules) permet l'exploitation judicieuse du sol, diminue les risques de développement des maladies et des adventices tout en réduisant les pertes d'eau par évaporation et/ou évapotranspiration. Ainsi, la mise en culture de plantes à cycle végétatifs différents (maïs, taro, patate douce) permet au taro, par exemple, de profiter du couvert végétal du maïs lorsqu'il est plus fragile face, notamment, à de fortes pluies. Par contre, à la récolte du maïs, le feuillage du taro et de la patate douce couvrent entièrement le sol (Detraux, 1991).

L'organisation spatiale des cultures dans la tapade n'est pas neutre :

- 1) les parcelles de maïs en association reçoivent le plus de soins. Ces parcelles sont, de préférence, situées à proximité des cases.
- 2) les parcelles les plus éloignées, recevant le moins de soins, peuvent être cultivées en arachide, fonio (il s'agit éventuellement de la première année de culture d'une extension de tapade), patate douce ou manioc, éventuellement en association avec d'autres cultures comme la pomme de terre.

En fonction de l'éloignement de la case, il est donc normal de trouver un gradient de fertilité décroissant, comme le montrent les données concernant tant la richesse des sols que les rendements.

- 3) les arbres fruitiers (orangers, manguiers, avocatiers, papayers, caféiers, bananiers,...) sont disséminés dans la concession, mais fréquemment à proximité des cases. Généralement, un oranger ou un manguiers central procure de l'ombrage et constitue une sorte de « place » près des cases (Detraux, 1991).

Nous verrons par la suite que le fonio peut être cultivé en tapades. Il est généralement semé dans les zones plus marginales et moins amendées ou alors dans les surfaces récemment annexées à la tapade.

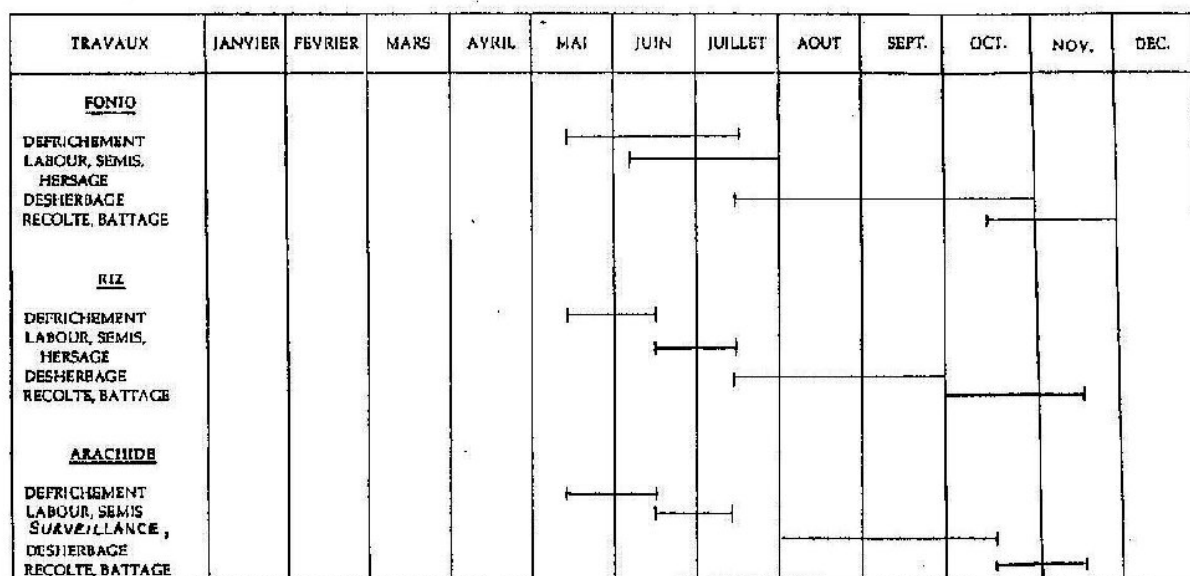


Figure 11. Calendrier culturel par Detraux (1991)

Force de travail en tapades

On comprend, sur base d'un tel calendrier culturel, que le travail des tapades est très diversifié et très exigeant tout au long de l'année. Il est réservé aux femmes qui se font souvent aider de leurs enfants et plus rarement du mari. Celui-ci n'intervient en principe que pour les travaux les plus lourds (défrichement, réfection des clôtures, semis du maïs et plantation des fruitiers).

On ne peut pas estimer avec exactitude le nombre d'heures consacrées à l'entretien, le semis et la récolte dans les tapades. Le temps est partagé en fonction des autres travaux et priorités de la saison (travaux domestiques : recherche d'eau, de bois, cuisine et ménage, lessive, soins aux enfants, culture des champs extérieurs ou bas-fonds). En saison des pluies, les femmes passent au moins 2 à 3 heures par jour dans la tapade (Detraux, 1991).

Techniques culturales en tapades

Le défonçage, travail du sol effectué en même temps que la récolte des tubercules (patate douce, taro et manioc) a lieu en janvier-février. A ce moment, les bouses de vaches et les crottins de chèvres collectés régulièrement et conservés en tas, sont émiettés et enfouis en terre.

Entre les semis et les récoltes, les femmes effectuent le mulching ou le paillage (feuilles vertes ou paillage en mai-juin, effectué dans un but de protection contre la dessiccation notamment du taro) et le désherbage dès le début juin. Celui-ci se continue jusqu'à la récolte (Detraux, 1991).

3.2.2.4. Les cultures et leur conduite dans les bas-fonds

Par bas-fond, il faut entendre les terres situées à proximité des marigots ou ruisseaux et qui constituent les bordures alluviales.

L'exploitation des bas-fonds est spécifique à chaque village. Selon leur importance et selon la maîtrise de l'eau (irrigation en saison sèche, drainage en saison des pluies), ils sont plus ou moins mis en valeur. Ils sont caractérisés par un système d'exploitation « mixte », extensif en saison des pluies et semi-intensif en saison sèche.

En saison des pluies, le système est comparable à celui des champs extérieurs avec une alternance de zones de jachères et de culture (Detraux, 1991).

Cultures pratiquées

Traditionnellement, les bas-fonds sont exploités en saison des pluies, on y plante le riz de plaine dans les parties inondées alors que le maïs et l'arachide sont implantés dans les parties moins inondées.

Depuis peu, les bas fonds sont également exploités en saison sèche pour les cultures maraîchères. Les cultures pratiquées sont l'oignon, la tomate, le piment, la pomme de terre, le chou, ainsi que le haricot, l'ail, la salade, la courgette, l'aubergine,... Ces cultures sont destinées en priorité à la commercialisation et les récoltes sont dirigées vers les marchés. Elles constituent une source non négligeable de revenus et justifient le développement récent de la mise en valeur des bas-fonds (Detraux, 1991).

On remarquera que le fonio n'a pas sa place dans la culture en bas-fonds.

Techniques culturales en bas-fonds

Généralement, les cultures réalisées en saison humide ne reçoivent pas d'engrais ; elles nécessitent une surveillance accrue contre les oiseaux, les singes, les écureuils,... Certaines cultures peuvent être récoltées en saison sèche comme par exemple le manioc et la patate douce (novembre-janvier) ou le maïs tardif semé en mars avril et récolté en mai-juin.

Le labour peut être effectué à la charrue, en un ou deux passages. Cependant, pour le maïs et l'arachide, le travail est de préférence effectué à la daba, le travail de celle-ci étant plus efficient.

Le semis du riz à la volée est suivi d'un passage à la herse. Le semis de l'arachide s'effectue à raison d'une graine tous les 15 cm dans la raie. Les graines sont ensuite recouvertes par le sillon suivant. Elles peuvent également être semées par poquets de 3 à 4 graines. Quant au maïs, il est semé par poquets de 2-3 graines distants de 75 cm en tout sens, soit à une densité d'une graine tous les 20 cm dans la ligne.

Les cultures maraîchères réalisées en saison sèche reçoivent de l'engrais, acheté au marché, et/ou une fumure organique (bouse de vache et crottins de chèvres, récupérés dans la brousse par les femmes et les enfants, ou dans la chèvrerie, avant d'être broyés et mélangés à la cendre) (Detraux, 1991).

3.2.2.5. Rendements obtenus

Le fonio est largement cultivé tant sur les sols hansanguéré que sur sols ndantari. Cette culture reçoit rarement des engrais. Le rendement est faible à très faible et varie de 100 à 1000 kg/ha selon les situations. C'est sur les sols ndantari qu'on observe les rendements les plus faibles.

Type	Durée de cycle (mois)	Semis (kg/ha)	Rendement (kg/ha)	Origine
Fonio - Blanc - Gabardi	3,5 à 4 2,5 à 3	50 (20 à 100)	400 (100 à 1000)	Grenier Marchés locaux
Arachide	3,5 à 4	125		idem
Riz	4	30 à 45	230-700	

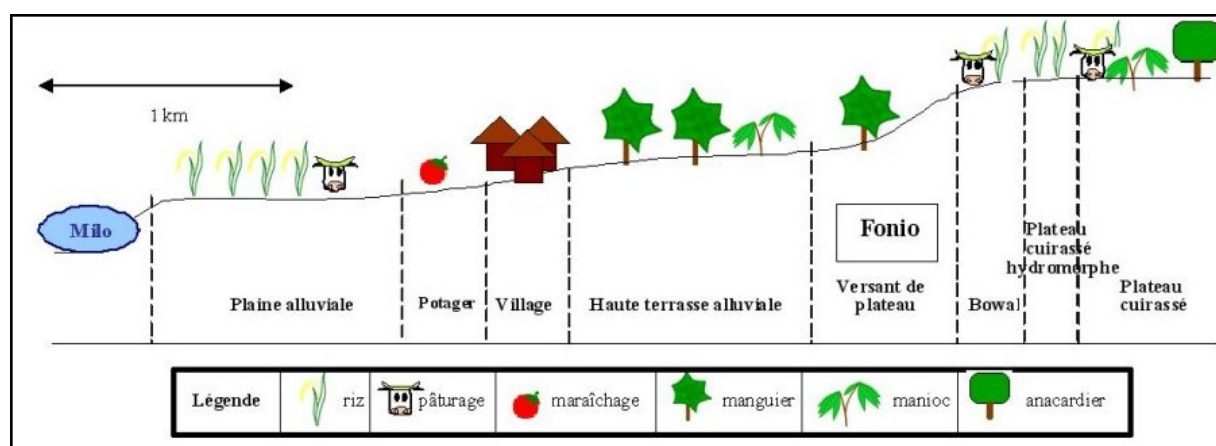
Tableau 4. Durée des cycles et caractéristiques des différentes cultures des champs extérieurs du Fouta Djalon (Detraux, 1991).

3.2.3. Etude des systèmes d'une zone productrice : la Haute Guinée

3.2.3.1. Contexte général

Au point de vue agricole, à l'opposé du Fouta Djalon, la haute Guinée dispose de grandes potentialités en terres, en ressources animales et bénéficie de ressources humaines importantes. La superficie cultivable est estimée à 70 000 km² soit 71% des terres. La culture du Fonio arrive en seconde position après celle du riz de plaine inondable et contribue pour 25 % à la production nationale. La culture est pratiquée sur les parcelles éloignées du village. Certaines variétés de cycle court sont susceptibles de produire des récoltes précoces utiles pour la soudure. A cet inventaire diversifié, s'ajoute la production d'igname et le développement de nouvelles productions telles que les cultures du manguier et de l'anacardier. Dans le domaine des ressources animales, la Haute Guinée comptait, dans les années 2000, environ 760 171 bovins (34% du total national), 158 241 ovins (25,84 %) et 728 631 caprins (17,51%).

Le niveau d'équipement des exploitations de cette région est dès lors largement supérieur à celui observé dans d'autres régions de la Guinée, bien qu'il soit en déclin ces dernières années suite à l'arrêt de nombreux projets filière (huilerie, égrenage...). Toutefois, encore plus de la moitié des exploitations de la région pratiquent la culture attelée. La culture motorisée, reste, quant à elle, marginale.



© Forest (Cirad)

Figure 12. Schéma de l'agrosystème type de Haute Guinée

Sur les sols de Haute Guinée, les rotations s'opèrent avec du sorgho, du mil, de l'arachide, du riz et du maïs.

3.2.3.2. Valorisation des plaines et des bas fonds

Dans ces régions, l'agriculture *sensu lato* (incluant le bétail) est organisée au sein du terroir villageois. La plaine est utilisée comme lieu de pâturage pendant la saison sèche : les zones profondes gardent longtemps une humidité qui permet le maintien d'un tapis herbacé consommé par le bétail. Pendant la saison des pluies, la pêche peut être pratiquée dans les zones inondées. La riziculture de plaine est répandue dans la région selon les potentialités du réseau hydrographique. On y trouve une monoculture de riz sans jachère.

Il est fréquent de rencontrer sur les parties les plus hautes des plaines, une activité de maraîchage assurée par les femmes qui y apportent une fertilisation, principalement sous forme de fumier, afin de produire les condiments nécessaires à l'alimentation de la famille et de générer un revenu par la commercialisation de leur production.

3.2.3.3. Valorisation des plateaux et versants

L'agriculture *sensu stricto* est implantée depuis la haute plaine jusqu'au plateau, avec un mode de gestion de la terre commun entre chaque clan (la terre est la propriété du plus âgé du clan). Les agriculteurs pratiquent alors la défriche-brûlis, les temps de jachère entre chaque mise en culture étant de l'ordre de 20 ans.

Les principales productions y sont le riz pluvial, le fonio, le maïs, le manioc, le sorgho, le mil et l'igname.

Avec le temps et l'appauvrissement du sol, la culture de l'igname, puis celle du riz pluvial sont progressivement abandonnées au profit de la culture du manioc, souvent en rotation avec du fonio, lequel peut être cultivé en association avec le maïs ou le sorgho. L'arachide, cultivée dans un but de commercialisation, s'intègre parfois à la rotation avec le manioc. On note aussi le développement récent de la culture du niébé en association ou dans les rotations. Cette espèce, capable de fixer l'azote atmosphérique, améliore la fertilité des sols. Enfin, certains agriculteurs cultivent du voandzou, dont la vente permet de générer un revenu, mais ce généralement sur de petites surfaces.

En systèmes traditionnel, la toposéquence définit dès lors deux types de rotation (tableaux 5 et 6). On notera que la faible densité de population dans cette région autorise le maintien d'une jachère, ce qui est de plus en plus problématique dans le Fouta Djallon.

Année		1	2	3	4	5	
Cultures	jachère > 15 ans	maïs	riz pluvial + sorgho	arachide	fonio	manioc	retour en jachère
Intrants		pas d'apport					
Contrôle des adventices		sarclage	désherbage / sarclage		désherbage / sarclage		
Mode de culture		à plat / billons	à plat, semis à la volée		à plat / buttes	buttes	
Commentaires	risque de lessivage oblique des éléments fins avec le buttage et selon orientation des billons						

Tableau 5. Répartition des cultures sur plateau en sol gravillonnaire

Année		1	2	3	4	5	6	
Cultures	jachère ≤ 7 ans	igname	maïs / riz	riz	riz	maïs	fonio	jachère
Intrants		pas d'apport		apport	pas d'apport	apport	pas d'apport	
Contrôle des adventices		sarclage	sarclage / désherbage manuel	désherbage manuel		sarclage	désherbage manuel	
Mode de culture		buttes	à plat et billons facultatif (maïs)					
Commentaires		igname en culture de “front pionnier”; risque d'anoxie racinaire sur culture à plat						

Tableau 6. Répartition des cultures sur versant en sol limoneux

La raison d'être principale de la culture du fonio sur la région enquêtée de Haute Guinée est liée à la capacité qu'a cette culture, ou du moins ses variétés précoces, d'assurer la période de soudure, qui correspond à la période durant laquelle la production de riz local manque sur les marchés et au sein des familles. Pendant cette même période, les paysans récoltent le maïs, la patate douce, le fonio pour les variétés extra-précoces, le niébé, l'arachide et le voandzou (Bourdillat, 1995).

Beaucoup de paysans pratiquent deux campagnes de culture du fonio la même année, sur deux parcelles différentes bien que certains les font parfois sur la même parcelle, l'une à la suite de l'autre. Les paysans cultivent généralement, durant la première campagne un «fonio hâtif» (variété *Kourou Keleni*, appelée ainsi pour son efficacité à pousser rapidement). La culture est semée de mai à juin et termine son cycle de culture au bout de 75 jours, avec une récolte en juillet-août. Cette première production est généralement faible mais permet aux paysans de couvrir la période de soudure. La deuxième campagne est semée avec des variétés présentant un cycle plus ou moins longs. Le panel variétal disponible permettant de récolter de fin août jusqu'à début octobre.

Le fonio est rarement cultivé en tête de rotation. Si c'est le cas, il s'agit alors d'une monoculture de plusieurs années avec de très courtes jachères. Le fonio est généralement cultivé après une à deux années de riz (parfois d'arachide) pour laisser la place le plus souvent au manioc (ou parfois un retour au riz). En effet, la recherche et les paysans ont remarqué que l'arrière effet de la fumure du riz apporte un développement des feuilles et des grains de fonio supérieur à ce qui est observé dans le cadre d'une monoculture. Une autre raison favorisant la présence du fonio dans la rotation pratiquée par les paysans réside dans l'utilisation des pailles de fonio comme paillage pour les buttes du manioc, ce qui favorise, d'après les dires des paysans, le développement de cette dernière culture.

Les paysans font tourner leurs cultures sur une parcelle jusqu'à ce qu'il y ait une forte apparition d'adventices (*Striga hermontica*), qui représente un signe de fatigue du sol des parcelles cultivées. Les paysans y installent alors une dernière année de fonio, celui-ci étant la seule culture pouvant supporter les adventices sans pour autant que les pertes de rendement ne soient catastrophiques (Graafland, 2006). Après cette dernière campagne, la parcelle est laissée en

jachère pour plus de 10 ans. L'envahissement des adventices représente les signes de fatigue de la terre cultivée.

Une autre technique de culture utilisée quelquefois en Haute Guinée est l'association de cultures avec le fonio. L'association la plus courante est d'associer le fonio avec le mil qui ne semble pas souffrir de la concurrence occasionnée par le fonio. On rencontre aussi des associations de fonio avec du sorgho et de l'oseille de Guinée dans les zones de bas-fond. Des associations de fonio avec une légumineuse fourragère semblent également possibles et profitables pour la régénération de la fertilité du sol.

Outre l'agriculture en tant que tel, dans ces zones, se développent également des activités d'arboriculture fruitière et de maraîchage. Témoins d'une stratégie de capitalisation de la part des agriculteurs sédentarisés, des manguiers sont fréquemment plantés sur la haute terrasse alluviale et les versants de plateau, où les sols sont le plus appauvris ce qui est le cas autour de la ville de Kankan. On notera que l'entretien de ces vergers laisse à désirer depuis la fermeture de l'usine de jus de fruit.

Le développement de l'anacardier pour la production de noix de cajou, assez récent dans la zone, est encore relativement limité. Les arbres sont plantés à une densité relativement faible (10 m x 10 m), ce qui permet de continuer la mise en culture du terrain. La tradition dans cette région conduit les femmes à exploiter le néré et le karité qu'elles transforment ensuite au village, produisant le *sumbala* et le beurre de karité, qu'elles commercialisent en grande quantité.

3.2.3.4. Force de travail

Le riz de plaine présente une productivité de la terre légèrement supérieure à celles des cultures de plateau, il se démarque aussi au niveau de la productivité du travail qui reste élevée. Il s'agit en effet d'une culture pratiquée de manière très extensive, pour laquelle un minimum de travail est réalisé. D'autre part, il faut également considérer le fait que la culture dans la plaine ne nécessite pas de jachère, ce qui reste indispensable pour les systèmes de culture sur plateau.

Le seul instrument de travail est alors la daba. Chaque famille constitue alors une unité de production. Les familles peuvent disposer d'une main d'œuvre relativement abondante. Ceci permet d'étendre assez rapidement les aires de culture sur le plateau : la main d'œuvre résidant dans des hameaux établis au niveau des zones de culture, éloignées du village. Cette situation explique en grande partie l'importance des surfaces emblavées en fonio, culture fortement consommatrice de main d'œuvre à la récolte. On notera que certaines exploitations consacrent plus de 150 journées de main d'œuvre à cette activité.

Ce thème de la productivité de la journée de travail consacré au fonio constitue un des thèmes clé de recherche du projet si l'on veut réussir la promotion de ce produit en haute Guinée

3.2.3.5. Techniques culturales

Dans les zones de plaine et bas fonds, on retrouve généralement un premier labour réalisé en début de saison des pluies (mi-mai); une quinzaine de jours plus tard, un 2ème labour, suivi du semis à la volée (100 kg/ha) et d'un hersage. Cette pratique est intéressante dans cette région en raison d'une plante adventice particulièrement coriace qui envahit les champs de fonio mais aussi de maïs et de mil: il s'agit de *Striga Hermonfica*. De plus, les paysans qui possèdent de bœufs hersent de façon quasi systématique leur champ de fonio. Si ceux-ci ne possèdent pas de herse, on attache alors une grosse branche d'arbre aux boeufs qui remplace alors l'outillage (Bourdillat, 1995). Aucun autre travail n'est ensuite réalisé jusqu'à la récolte qui a lieu en décembre/janvier, après la décrue. La particularité de cette culture est sa dépendance vis-à-vis de la crue et les risques qui en découlent, l'eau pouvant causer la perte de la récolte.

Sur les versants et plateaux, la fertilisation constitue, après la moindre disponibilité en eau, le second facteur de blocage. On rappellera en effet que sur les parties hautes de la toposéquence, sur des terres relativement éloignées du village, aucun apport de fertilisant n'est effectué.

3.2.3.6. Productions obtenues

Cultures	Surface (% des surfaces cultivées nationalement)	Production (% de la production nationale)
Coton	24 017 ha (98%)	35 000 t
Riz	150 670 ha (31,3%)	250 000 t (45%)
Maïs	34 325 ha (48%)	30 000 t (35,22%)
Fonio	45 594 ha (32,46 %)	30 000 t (30,75%)
Arachide	37 166 ha (23,13 %)	30 000 t (26,75%)
Manioc	41 677 ha (34%)	370 000 t (48,05%)

Sources : SSNA, 2001

Tableau 7. Surfaces et productions des principales cultures de Haute Guinée (2001)

3.2.3.7. Le fonio, antérieurement mis à mal par le développement de systèmes vulgarisés à base de culture du coton en Haute Guinée

L'introduction de la culture du coton a permis de généraliser, dans les années 80, la culture attelée, avec la présence d'une usine de transformation à Kankan.

Ces systèmes, à base de coton (tableau 8), occupent l'ensemble de la toposéquence, sur sol gravillonnaire et limoneux, et sont pratiqués en culture continue. On notera la disparition du fonio dans ces systèmes dit « modernisés » à base de coton.

Année	en ouverture	1	2	3	4	5	6
Cultures	riz	coton	maïs	arachide	coton	maïs	arachide
Intrants	pas d'apport	apport	arrière- effet	pas d'apport	apport	arrière-eff	pas d'apport
Contrôle des adventices	herbicide + déch.m.	herbicide + sarclo-buttage		sarclage	herbicide + sarclo-buttage		sarclage
Mode de culture	à la volée	en poquets à plat		à plat en ligne	en poquets à plat		à plat en ligne
Commentaires		Système à base coton ayant pour but la fixation de l'agriculture avec élimination de la jachère, rotation sur 6 ans et retour sur coton; Dépendances à l'égard des politiques et de la société cotonnière					

Tableau 8. Système vulgarisé à base coton en culture continue, suppression de la jachère

La disparition, pour des raisons économiques, de cette culture industrielle d'exportation, et avec elle de la mécanisation (culture attelée) qui s'était développée dans ces milieux suite à l'encadrement mis en place par la société cotonnière pourrait susciter, de la part des paysans, un retour à la culture du fonio dans un but lucratif. La mise à disposition par le projet Fonio de variétés performantes, associée à la mise en place d'infrastructure et d'un marché seront les conditions indispensables pour une telle reconversion.

3.2.3.8. En guise de conclusions pour les systèmes de Haute Guinée

Pour cette zone, cet écosystème de haute Guinée, on notera que les performances des systèmes traditionnels sont tributaires de *jachères* plus ou moins longues. Aux dires des agriculteurs, ces jachères deviennent en fait de plus en plus courtes. Elles consomment beaucoup d'espace sans pour autant maintenir une fertilité suffisante que pour assurer la rentabilité des productions. De plus, le contrôle des adventices n'est plus assuré par ce système de jachère courte.

Finalement, le système vulgarisé, à base de coton, générateur de crédits d'intrants pour le vivrier, a subi le contre coup des règles du commerce international (chute du prix du coton) et a conduit la société cotonnière à ne plus assurer sa prestation auprès des agriculteurs puis, en 2003, a fermé ses portes. C'est pourquoi, d'autres systèmes de culture respectueux de l'environnement, moins exigeants en intrants (plus rémunérateurs) pour l'agriculteur, et au sein desquels le Fonio aura à jouer sa place, doivent être mis au point.

3.3. Place du fonio dans les systèmes de culture au Mali

3.3.1. Bassin de production du fonio au Mali

Au Mali l'aire de culture du Fonio recouvre sensiblement celle des mils penicillaires et des sorghos (Dancette, 1983) avec toutefois des points de forte concentration, près des confins guinéens (région de Kenieba, Kita et, plus au sud, Bougouni) ainsi qu'à l'est du pays (plateau et falaise de Bandiagara).

La limite septentrionale de la zone de culture du fonio se trouve légèrement en deçà de celle des cultures de mils et sorghos, au niveau de la ligne de l'isohyète 600 mm, dans la région de Nioro - Nara. Il semble cependant que dans cette contrée, peuplée presque entièrement de Sarakolé, l'absence ou la rareté de cette culture relève plus des habitudes culturelles d'une ethnie, en général peu intéressée par le fonio, que des contingences édaphiques ou climatiques peu favorables à sa croissance. En effet, dans cette région, les seules cultures de fonio rencontrées sont localisées dans des villages Bambara pour qui le fonio est un met de choix.

Dans toute cette vaste zone sahélienne, parcourue par les nomades Maures ou Peulh, il est ramassé, pour être consommée, une forme spontanée de *Digitaria* que les Maures désignent du nom de « Mouziehd » et les Peulh par celui de « Sérémé Lade », littéralement « fonio de brousse ».

De façon générale, on peut dire que la culture du fonio est en nette régression. Dans bien des régions, il semble que la production actuelle de cette céréale soit devenue quelque peu anarchique. Le fonio s'intégrant de moins en moins dans un système cultural qui s'éloigne de plus en plus du contexte traditionnel des productions vivrières, il tend à disparaître rapidement.

En pays Senofo, par exemple, où cette production était autrefois très importante, le fonio n'est pour ainsi dire plus cultivé. Les Bambaras, qui se sont implantés dans la région, l'abandonnent également. Les raisons de cette disparition, relativement rapide, sont liées au surcroît de travail imposé par de nouvelles cultures. En effet, les soins et les manipulations que demandent la culture et la récolte du fonio créent un goulet d'étranglement à une période de l'année où les travaux agricoles sont les plus nombreux et ce tout particulièrement pour les variétés hâtives. Cette situation est particulièrement nette dans les régions où se sont développées les cultures de type industriel comme celles du coton ou de l'arachide (Clément *et al.*, 1978).

3.3.2. Etude des systèmes d'une zone productrice : la plaine du Seno

3.3.2.1. Cultures pratiquées

Dans toute la zone agro-écologique de Bankass, les systèmes agricoles combinent toujours agriculture et élevage. Sur le plateau et dans la zone de Seno, le mil est la culture principale : il occupe 75% des terres cultivées, que ce soit en monoculture ou en association. Dans la vallée de la rivière Sourou, le mil est moins représenté (20%) alors que le sorgho (55%) et le riz (15%) sont des cultures plus importantes. Dans toute la zone, la superficie restante est emblavée avec du fonio, dolique, arachide, oseille, sésame et arachide bambara en culture principale ou en interculture avec du mil ou du sorgho (Samaké, 2003). On précisera que cette zone assure 50 % de la production nationale annuelle de fonio, estimée à 60 000 t avec une surface cultivée de l'ordre de 3500 ha.

3.3.2.2. Affectation des terres et assolement au sein du territoire villageois

Une distinction est faite entre les champs proches du village, appelés *soforo* ou « champ de maison », qui ne représentent qu'un pourcent du territoire du village et qui sont très fertiles car ils reçoivent tous les fertilisants disponibles (fumiers et déchets ménagers), et les champs éloignés du village, appelés *kungoforo* ou « champs de brousse » (Samaké, 2003).

Le mil est cultivé dans cette région selon un système d'agriculture itinérante ou plutôt cyclique. Les cultures suivent une rotation variable selon les zones. Dans ce système, la fertilité des sols s'épuise au bout de 5 à 8 ans. La restauration de la fertilité est obtenue en laissant la terre en jachère pendant une longue période variant en fonction du niveau de fertilité initiale du sol, la superficie disponible et la croissance démographique. Le système de culture dominant est la culture pure.

Mais, très fréquemment et presque exclusivement, le mil est associé à d'autres espèces. L'inventaire des principales associations à base de mil montre que ce sont les associations : mil-niébé, maïs-mil, et mil-sorgho qui sont les plus importantes. Mais on peut également le retrouver en association avec de l'arachide, de l'oseille de Guinée, du sésame, ... L'association peut également être constituée de deux variétés de mil, l'une précoce, l'autre tardive. On rappellera que l'association mil-sorgho est aussi très importante dans la région de Ségou.

En zone sud, les variétés précoces de mil sont remplacées par le maïs qui est cultivé en association avec du mil tardif.

Pour compléter cette description avec un exemple précis : la jachère est une pratique fréquente à Lagassagou. Une enquête menée dans ce village en 2003 a montré que 71,8% des agriculteurs sélectionnés abandonnent périodiquement leur champ à la jachère pour restaurer la fertilité quand les rendements décroissent. Certains agriculteurs (15,6%) mettent en jachère en raison de la chute de rendement mais également en raison du manque de main d'œuvre. 12,6% du reste des agriculteurs mentionnent différentes autres raisons, comme par exemple l'infestation des champs par les adventices comme le *Striga hermontica* ou le besoin d'aires de pâture. Les champs qui sont mis en jachère sont uniquement des champs de brousse.

Les champs sont laissés en jachère de 1 à 7 ans. 68,7% des agriculteurs interrogés laissent leurs champs en jachère durant 3 à 4 ans, 15,6% pour une période de 1 à 2 ans, 9,4% pour une période de 5 à 6 ans et alors que les 6,3% restant pratiquent des temps de jachère de 7 ans.

La végétation des jachères est utilisée comme fourrage pour les petits ruminants durant la saison de culture et pour tous les animaux durant la saison sèche.

A Lagassagou, les rotations les plus représentées sont : arachide Bambara – mil, fonio – jachère – mil, arachide – mil, jachère – mil et depuis 2000, mil – dolique. L'association culturale est principalement pratiquée loin du village. Les associations pratiquées sont : mil/dolique, mil/oseille, arachide/oseille, mil/oseille et arachide Bambara/oseille (Samaké, 2003). Nous pouvons voir que le fonio n'est pas concerné par ces associations culturales.

3.3.2.3. Force de travail

Si l'on se rapporte à l'utilisation qui est faite des productions à Lagassagou, on distingue les champs communs (*foroba* ou littéralement « grands champs ») et les champs individuels (*jonforo* ou littéralement « champ d'esclave »). La culture du champ commun est assurée par tous les membres de l'unité de production et est généralement organisée par le chef de celle-ci. Hommes et femmes peuvent avoir des champs individuels, qui sont toujours des champs éloignés du village et pauvres en matières organiques et nutriments. Les champs communs sont plus ou moins fertiles et incluent ceux localisés près du village et les champs de brousse récemment mis en culture.

Les revenus générés par le champ commun sont partagés entre tous les membres de l'unité de production tandis que les revenus générés par les champs individuels sont utilisés individuellement sauf en cas de crise alimentaire. Dans ce cas, tous les membres de l'unité de production ont accès aux ressources individuelles de chacun (Samaké, 2003).

3.3.2.4. Techniques culturales

En culture extensive, les cultures s'établissent sur des étendues de savane préalablement nettoyées par le feu. Les façons culturales préparatoires se limitent à un simple grattage du sol en vue d'ameubler et de permettre un léger enfouissement des graines. Le semis s'effectue soit immédiatement, en sec, soit dès la première pluie, au départ de grains conservés dans des greniers à grains locaux sans mise en œuvre de technique de conservation avancée (Samaké, 2003).

Les semis se font généralement en sec, dès le mois de mai. C'est après que l'on pratique un «houage» pour ameubler la partie superficielle du sol. L'utilisation des engrais chimiques pour satisfaire les besoins alimentaires et maintenir le statut des éléments nutritifs du sol est peu répandue sauf dans les secteurs au sud, sous l'influence de la filière cotonnière, où des doses d'engrais azotés variant de 20 à 40 kg/hectare sur des "Sols ferrugineux tropicaux lessivés" augmentent le rendement grain du mil mais pas celui du niébé associé. Il est admis par ailleurs que la concurrence pour l'eau des deux cultures associées constitue, de fait, la principale cause de non-performance des cultures même en situation de disponibilité du phosphore (Sedogo ad Shetty, 1990).

Il sera par la suite intéressant d'analyser le comportement du fonio vis à vis de l'apport d'engrais sachant que les parcelles réservées à cette culture se trouvent généralement dans les zones éloignées du village, en particulier sur les plateaux gravillonnaires et cuirassés, pour lesquelles aucun apport n'est à ce jour réalisé. Dans ces conditions, on regardera avec attention la réponse aux fertilisants compte tenu du faible niveau de productivité actuel : entre 700 et 1200 kg/ha selon la durée utile de la saison des pluies.

La germination est très rapide mais la réussite de la culture demeure tributaire d'une forte densité de plantules à la levée. La croissance du fonio est rapide mais les premiers jours, il n'offre, pour toute résistance aux plantes adventices, que sa forte densité au sol lors de la levée. Un champ clairsemé obligera le cultivateur à réaliser plusieurs désherbages ce qui représente un travail long et fastidieux (Clément *et al.*, 1978).

La lutte contre les adventices semble constituer le principal goulet d'étranglement. En effet, dans certains villages, on assiste au développement de la culture attelée pour la préparation du sol mais le semis, le(s) sarclage(s) visent à désherber les cultures, la récolte et le battage sont en général effectués manuellement.

On notera que, pour tenter de valoriser au mieux les premières pluies sur le maximum de surface, certains agriculteurs utilisent des multiculteurs pour préparer le sol. Les rendements obtenus sont le plus souvent décevants (ordre de 1100 kg/ha) sur les sols sableux, et ils ne valorisent pas le temps investi sur le travail du sol. On retiendra que la condition pour obtenir un rendement

performant consiste à semer au plus tôt sur des sols sablo-argileux profonds (réserve utile de 80 mm sur un mètre) afin de garantir la meilleure valorisation possible de la ressource pluviométrique.

Toutefois cette perspective de production élevée reste réservée au sorgho et au mil qui utilisent les sols les plus fertiles, laissant au fonio des sols épuisés. Les études prévues par le projet, en particulier relatives à l'alimentation hydrique du fonio, éclairé par l'expérience acquise sur des cultures de mil (Forest et Cortier, 1981 ; Maraun *et al.*, 1994) ,visent à démontrer en quoi la photosensibilité des variétés de fonio pourrait constituer une forme d'adaptation du fonio à ces risques pédo-climatiques.

Enfin, soulignons que les travaux champêtres occupent une place importante dans le calendrier agricole. Le ramassage des pailles ou le dessouchage des nouveaux champs sont exécutés à l'approche de l'hivernage. En fait de dessouchage, seuls les arbustes sont coupés au ras du sol. Les paysans laissent dans leurs champs certains arbres utilitaires comme le karité (*Butyrospermum parkii*), le balanza (*Acacia albida*) et le néré (*Parkia biglobosa*). Et ce même suite au développement de la culture attelée. Très tôt, on a pu mettre en évidence le rôle fertilisant des balanzas. Pour le Karité et le Néré, leur rôle dans l'alimentation humaine était établi depuis fort longtemps. Mais, à l'instar des balanzas, leur rôle sur les facteurs pédoclimatiques et les rendements des cultures n'a pas été étudié.

3.3.2.5. Rendements obtenus

Type de champ	Culture	Rendement moyen (kg/ha)
Champ de brousse	Mil	450
	Arachide	1100
	Dolique*	80
	Fonio	800
Champs proches du village	Mil	1050

* Culture associée avec du mil

Tableau 9. Rendements moyens en grain dans le village de Lagassagou de 1998 à 2000 (Samaké, 2003)

3.4. Systèmes de culture du fonio au Burkina Faso

Peu de ressources bibliographiques récentes sont disponibles pour le Burkina Faso, ce qui souligne l'intérêt de la caractérisation des systèmes entreprises dans le cadre du WP5 sur les différentes zones de culture. Nous ne donnerons, dès lors, que quelques généralités concernant ce pays.

3.4.1. Bassin de production du fonio au Burkina Faso

La culture du fonio est très localisée au Burkina Faso et, tout comme au Mali, revêt des connotations ethniques. Elle n'est pas connue de nombreuses ethnies et régions notamment des lobi, dagara, gourounsi, etc. Sur les 45 provinces que compte le pays, 7 seulement cultivent le fonio. Les principales régions productrices sont la Kossi (6700 T), le Houet (3400 T), la Comoé (2000 T) et la DRA Hauts-Bassins (2000 T) (Sansan, 2004).

3.4.2. Cultures pratiquées

Quand on s'intéresse à la situation récente de l'Ouest du Burkina, on constate que le coton occupe une grande partie des terres cultivées.

Pour les services agricoles (Recherche et Développement), dans le système de culture coton-céréales, le coton ne devrait pas représenter plus d'un tiers des surfaces emblavées dans les exploitations pour tenir compte des plans de restitutions organiques. Sur une exploitation modèle, on devrait donc avoir 1/3 de coton, 1/3 de maïs et 1/3 de sorgho. Mais compte tenu des objectifs économiques de la majorité des producteurs de coton, force est de reconnaître que le coton représente souvent près de 40 pourcent des surfaces emblavées, ce qui est confirmé par le suivi des superficies cotonnières par télédétection depuis 1986 et par des travaux réalisés en 1987 dans les zones de Bobo et de Houndé qui indiquaient un assolement de 36 % pour le coton, 31 % pour le sorgho, 12 % pour le mil, 13 % pour le maïs, 4 % pour l'arachide, 1 % pour le sésame, et 1 % pour les autres (niébé, voandzou, fonio, ...).

Ces stratégies d'assolement ne cessent cependant d'évoluer. Elles dépendent surtout de la situation pluviométrique en début de campagne et surtout du niveau de mécanisation. Les résultats du suivi des exploitations réalisé par le programme coton de 1997 à 2004 montrent une dynamique des assolements en fonction du niveau d'équipement:

- exploitations en culture motorisée : 44 à 65% coton, 35 à 40 % maïs et 10 % autres ;
- exploitations en culture attelée : 35 à 53% coton, 45% à 50 % maïs et 10 à 15% autres ;
- exploitations en culture manuelle : 30 à 46% coton, 60 à 45% sorgho et 10 à 15% maïs.

Plus le niveau d'équipement des exploitations augmente, plus la part du coton dans les assolements augmente au dépend des céréales. On peut noter, par ailleurs, la réapparition et l'évolution de certaines cultures, telles que le mil et le sésame, dans les systèmes actuels. Il s'agit en fait de cultures qui ne nécessitent pas l'apport d'engrais minéraux. Cette tendance s'observe depuis la campagne 2000/2001, où la filière coton a introduit des mesures de restriction dans l'octroi des crédits en prenant en compte la quotité cessible de chaque groupement de producteurs de coton (Lalba *et al.*, 2004).

3.4.3. Affectation des terres et assolement au sein du territoire villageois

La situation du Burkina est comparable à celle du Mali. La fertilité est importante dans une zone proche du village (moins de 200m des limites du village) qui est cultivée de manière plus intensive (Samaké, 2003). Avant les sécheresses de 1973 et de 1984, qui ont touché l'ensemble du Sahel, les systèmes de production traditionnels de la zone cotonnière reposaient essentiellement sur une agriculture d'auto-subsistance, basée sur les céréales traditionnelles (sorgho, mil, fonio), avec une faible utilisation d'intrants externes. Le maïs était très peu cultivé, uniquement autour des cases, ne rentrant pas dans les préférences alimentaires des populations à majorité rurale (Lalba *et al.*, 2004).

3.5. Rapide aperçu des systèmes de culture fonio dans les autres pays d'Afrique de l'Ouest

3.5.1. Bénin

3.5.1.1. Bassin de production du fonio au Bénin

La culture du fonio se pratique surtout dans la Région Nord-Ouest du Bénin, dans le département de l'Atacora où il vient juste derrière le sorgho et le mil et représente 5 à 6 % de la production du département. Dans cette province, le fonio est essentiellement cultivé dans les sous-préfectures de Copargo, Kouandé, Cobly, Tanguiéta, Toucountoura, Natitingou et surtout à Boukombé, où il représente 30% des céréales produites (Dossou-Yovo, 1998). C'est une zone montagneuse au climat soudano-guinéen avec une saison sèche de novembre à mai et une saison humide de juin à octobre (pluviométrie moyenne de 1000 à 1100 mm) (Drame et Cruz., 2002).

3.5.1.2. Cultures pratiquées

Cette région, essentiellement agricole, produit du mil, du sorgho, du niébé, de l'igname, du manioc, de l'arachide, du coton et plus récemment du maïs. Le riz long « gambiaka » est également cultivé dans certains bas-fonds (Drame et Cruz, 2002). Contrairement aux autres céréales, telles que le maïs, le sorgho, le mil et le riz, dont la culture se pratique un peu partout sur toute l'étendue du territoire national, le fonio apparaît comme une culture essentiellement locale. Sa production est insignifiante (moins de 2% de la production céréalière nationale) (Dossou-Yovo, 1998). Culture de soudure, le fonio semble en régression constante depuis l'introduction de variétés hâtives de maïs. Cependant, il reste encore très présent dans la sous-préfecture de Boukoubé où il représente plus de 25% des surfaces cultivées car il conserve une importance socioculturelle indéniable notamment pour certains groupes ethniques comme les « Otamari » (Drame et Cruz, 2002).

3.5.1.3. Force de travail

Dans les zones de production du fonio, on observe une forte implication des femmes dans les opérations culturales du fonio (Drame et Cruz, 2002). La récolte est habituellement réalisée par les jeunes hommes qui peuvent ainsi montrer leur force de travail. La récolte se fait généralement de manière collective, par l'entraide traditionnelle, à la faucille (Dossou-Yovo, 1998).

3.5.1.4. Techniques culturales

Comme ailleurs, on distingue 3 principaux groupes de variétés selon la durée de leur cycle :

- les variétés hâtives (70 à 90 jours) qualifiées localement de « fonio rapide » ;
- les variétés intermédiaires (90 à 110 jours) ;
- les variétés tardives (plus de 110 jours).

Dans le village de Kouya (entre Korontière et Kobli), les villageois reconnaissent utiliser 4 variétés dont 3 sont qualifiées d'intéressantes :

- la variété « Dipodawan » à cycle moyen est d'un décorticage aisé ;
- la variété « Kouatnanfa » de type hâtif ;
- la variété tardive « Dipo n'kouani » ou « fonio lépreux » difficile à décortiquer mais qui donne un fonio bien blanc.

La variété « Ikantoni » extra précoce est moins fréquente. Ces différentes variétés, récoltées à des périodes différentes, sont toujours stockées séparément.

En langue « ditamari », le fonio est appelé « ipoaga ».

De nombreux producteurs semblent prêts à augmenter leur superficie en fonio s'ils disposent de moyens mécanisés pour les opérations post-récolte (Drame et Cruz., 2002).

Les variétés à cycle court (précoces) sont semées en mai, tout comme les variétés à cycle long, avec un léger décalage des dates de semis. Il existe des variétés de fonio rouge et de fonio noir. Le semis se fait à la volée, avec des variantes selon les sols. Sur les sols gravillonnaires, on épand les grains dans les herbes qu'on sarcle à la houe. Sur les sols sableux, on effectue le labour en billon avant d'y épandre les grains. A l'aide des branches d'arbres traînées perpendiculairement aux billons, on casse les mottes de terre. Il n'y a pas de sarclage, ni de fumure des champs de fonio. Cependant, on procède souvent à l'arrachage des mauvaises herbes.

La récolte du fonio est plus harassante que sa culture. Elle s'effectue au mois d'août pour les variétés précoces et au mois de septembre pour les variétés tardives (Dossou-Yovo, 1998). La récolte manuelle est effectuée au couteau par les hommes. Les gerbes sont transportées par les femmes et les enfants pour être entassées à proximité de l'aire de battage. La contrainte majeure évoquée par les paysans est le fauchage.

Le séchage est réalisé à coté de l'aire de battage durant au moins 2 jours.

Le battage a lieu sur une aire spécialement aménagée souvent enduite de bouses de vache et de décoction de néré. Le fonio est battu par piétinement (foulage) des gerbes. Une traverse de bois reposant sur deux pieux verticaux sert d'appui aux opérateurs. Cette activité rapidement épuisante a couramment lieu de nuit jusqu'au petit matin pour bénéficier de températures fraîches (Drame et Cruz., 2002).

3.5.1.5. Rendements obtenus

La seule sous-préfecture de Boukoubé assure l'essentiel de la production de la région avec des rendements moyens voisins de 600 à 700 kg/ha (environ 2600 ha cultivés pour une production de 1560 tonnes) (Drame et Cruz., 2002).

3.5.2. Côte d'Ivoire

Le fonio constitue avec le mil et sorgho, un groupe de céréales qui se cultive uniquement dans les savanes du Nord de la Côte d'Ivoire. Si le mil et le sorgho se cultivent un peu partout dans cette partie du pays il n'en est pas de même pour le fonio dont la culture est confinée dans le Nord Ouest, dans les régions de Touba, Odienné et Tengrela. La production au plan national est de 7200 tonnes pour une superficie emblavée de 11 200 ha soit un rendement moyen de 640 kg/ha (Assamoi, 1998).

3.5.3. Sénégal

3.5.3.1. Bassin de production du fonio au Sénégal

Au Sénégal, la culture du fonio se pratique traditionnellement dans le sud, sud-est du pays, de la Casamance au Sénégal Oriental. Cette céréale, autrefois abondante, est devenue aujourd'hui tellement marginale qu'elle n'apparaît plus, ou très peu, dans les statistiques agricoles et il est difficile de trouver des données précises sur l'importance actuelle de la production (Drame et Cruz, 2002).

La culture est surtout pratiquée en Casamance par les ethnies Peulh, Mancagne et Balante dans les zones pauvres des terres de plateau (Lo, 1998).

3.5.3.2. Cultures pratiquées

Il constitue une culture vivrière secondaire comme le niébé, le manioc et les patates douces. C'est aussi une culture de soudure car il se récolte au moment où les paysans n'ont presque plus de graines dans leurs greniers (Lo, 1998).

3.5.3.3. Force de travail

En Basse Casamance, actuelle région de Ziguinchor, on distingue deux grands systèmes :

- un système diola-traditionnel où hommes et femmes travaillent ensemble sur toute la topographie;
- un système mandingue caractérisé par une division sexuelle très nette du travail : les hommes sur le plateau et les femmes dans les rizières.

En Moyenne Casamance, on retrouve aussi le même système mandingue. Par contre, dans les systèmes mancagne, balante et peulh, hommes et femmes travaillent ensemble (Lo, 1998).

3.5.3.4. Techniques culturales

D'après l'ISRA, les variétés cultivées en Casamance sont des variétés locales à grains fins, variété « Tobrum » à cycle court, alors que dans la région de Kédougou, on rencontre la variété à gros grains « Fanum », plus tardive.

Les paysans de la région de Kounghoul, distinguent, comme ailleurs, 3 groupes de variétés de fonio :

- la variété « momo » (précoce de 70 à 90 j) ;
- la variété « mora » (semi-tardive) ;
- les variétés « kinsélin » et « kankan » (tardives).

Leur préférence va généralement à la variété précoce dont le cycle ne correspond pas à celui de l'arachide.

Les différentes opérations culturales du fonio, dans la zone de Kounghoul, peuvent être résumées ainsi :

- La préparation du sol

Elle a lieu dans la période transitoire entre saisons sèche et pluvieuse et se fait à la houe ou à la charrue. Les sols pauvres sablonneux «deck-dior» sont en général réservés à la culture du fonio dans cette zone (Drame et Cruz, 2002).

- Le semis/recouvrement

Son semis se fait à la volée à raison de 15 à 30 kg à l'hectare. C'est une plante qui résiste bien à la compétition des adventices mais craint les chenilles dévastatrices lors de la levée, son ennemi majeur est le Striga (Lo, 1998). Après avoir répandu la semence à la volée, il s'ensuit un recouvrement à l'aide de râteau, houe ou branches épineuses traînées sur le sol. Le semis du fonio a lieu vers mi-juillet et généralement en dernière position après le mil, le maïs ou l'arachide (Drame et Cruz, 2002).

- Le désherbage

Le désherbage peut se faire une à deux fois et implique à la fois les hommes et les femmes.

- Le fauchage

L'opération laborieuse de fauchage est effectuée par les hommes. Le fonio récolté est mis en tas puis ramassé par les femmes ou les enfants et déposé sur l'aire de séchage/battage. Les gerbes sont souvent séchées à même le sol où elles font parfois l'objet d'attaques de termites.

- Le battage

Le battage est généralement réalisé par piétinement des gerbes. Cette opération qui a couramment lieu la nuit est habituellement réalisée par les femmes (région de Kounghoul). Pour éliminer les impuretés légères (menues pailles,...) le fonio subit ensuite une opération de vannage avant son stockage en greniers ou dans des jarres (Drame et Cruz, 2002).

3.5.3.5. Rendements obtenus

Le fonio est une culture traditionnelle très marginale. Les rendements actuels restent toujours faibles et varient entre 200 et 500 kg/ha (Lo, 1998).

3.5.4. Sierra-Leone

En Sierra Leone, le fonio est souvent cultivé après ou à la place du riz fluvial. Cela survient principalement lorsque la saison est trop sèche que pour permettre une bonne production de riz. Dans ce cas le fonio sert d'assurance pour faire face à des saisons culturales extrêmes. Il arrive également que le fonio soit semé en association avec du sorgho ou du mil. En effet, le fonio est considéré comme culture vivrière alors que les deux autres sont des cultures de réserve (National Research Council, 1996).

3.5.5. Togo

3.5.5.1. Bassin de production du fonio au Togo

Au Togo, le fonio est produit dans trois régions administratives organisées en 2 zones : les régions de kara et des savanes, dans le nord et dans une région de plateau dans le sud (Adoukonou-Sagbadja *et al.*, 2006).

3.5.5.2. Cultures pratiquées

Selon l'Office National de Documentation et de Statistique agricole du Togo, le fonio occupe la cinquième position des céréales cultivées au Togo après le maïs, le sorgho, le mil et le riz. Si l'on considère la superficie totale cultivée de fonio, l'évolution de cette superficie fut fortement perturbée ces dernières années. Depuis 1996, la superficie totale allouée à cette culture a tendance à diminuer en moyenne de 17% d'une année à l'autre. Ainsi, seuls 3521 ha de fonio ont été implantés en 2000 alors qu'on comptait encore 11136 ha en 1996. Si l'on se réfère aux dires des agriculteurs, 3 raisons majeures sont invoquées pour expliquer cette situation préoccupante. D'une part la faible demande du marché, d'autre part les difficultés de production et de transformation liées à cette culture et enfin l'exode rural. Dans la zone de production nord, de nombreux agriculteurs ont remplacé totalement ou en partie la culture du fonio par celle du maïs récemment introduite par les services d'extension agricoles. Le maïs présentant des rendements plus élevés ainsi qu'une production, récolte, transformation et commercialisation plus aisées. Dans la zone sud, faute de main d'œuvre, de nombreux producteurs ont dû abandonner cette culture exigeante pour se consacrer à d'autres cultures de rente telles que le café, le cacao, la banane, qui sont habituellement produites avec le fonio comme culture secondaire. Contrairement à la situation qui prévaut généralement, la production du fonio est toujours très active dans certains villages (Défalé, Kadjala au nord, Eliko, Edoko et Ouanibè au sud), où le fonio reste la source d'alimentation principale et où cette céréale a une valeur socio-culturelle très importante (Adoukonou-Sagbadja *et al.*, 2006).

3.5.5.3. Affectation des terres et assolement

Au Togo, le fonio est principalement cultivé dans les zones marginales, montagneuses ou de collines et sur des sols sableux, pauvres et dégradés. La plupart des agriculteurs (51,7%) effectuent des rotations de cultures où le fonio, suite à sa capacité à croître sur des sols pauvres, occupe la dernière place après le maïs, le mil et le sorgho. Généralement, un champ cultivé de fonio est ensuite affecté à une jachère d'un ou deux ans. Les terres laissées en jachère voient pousser des adventices qui seront pâturées par le bétail dans les régions du nord (zones ethniques de Tamberma et Tchokossi).

Dans la majorité des parcelles (78,1%), le fonio se retrouvait en culture pure. Dans certains cas, le fonio était cultivé en association avec d'autres cultures comme l'arachide bambara, le pois, le mil, le sorgho, la cassava et l'okra. Dans ces associations, le fonio était la culture principale. Dans d'autres cas isolés (tribu Tamberma), le fonio et les graines de mil étaient directement mélangées et semées ensemble, le fonio étant récolté en premier et le mil ensuite (Adoukonou-Sagbadja *et al.*, 2006).

3.5.5.4. Force de travail

Les hommes et les femmes contribuent différemment aux activités de production du fonio. La plupart des opérations de désherbage et post-récoltes (désherbage, collecte des panicules après la récolte, battage au pied, nettoyage, séchage, transformation et vente) sont réalisées par les femmes alors que les hommes s'occupent de la préparation du sol et de la récolte. Aux dires des agriculteurs, les hommes réalisent les travaux nécessitant force et énergie alors que les femmes réalisent les travaux nécessitant plus de compétences et de patience. Comme cette culture est exigeante en main d'œuvre, les agriculteurs ayant une petite famille et de larges superficies de fonio font appel à de la main d'œuvre extérieure (Adoukonou-Sagbadja *et al.*, 2006).

3.5.5.5. Techniques culturales

La date de semis varie selon les zones de production et dépend du début de la saison des pluies. Le semis à la volée est l'unique méthode de semis utilisée par les agriculteurs. Aucun fertilisant ni pesticide n'est appliqué étant donné que le fonio semble se développer sans problème particulier dans les sols pauvres et semble, en général, résistant aux ravageurs et aux maladies. Par contre, une attention plus importante est portée à l'élimination des adventices. En effet, le fonio, dans ses premiers stades de développement, est un piètre compétiteur en la matière. Dans la plupart des cas, les adventices sont enlevées manuellement 4 ou 5 semaines après le semis. La récolte, qui est l'opération la plus consommatrice de main d'œuvre, est effectuée entre août et octobre. La méthode de récolte varie en fonction de la zone de production et du groupe ethnique. Les groupes ethniques Akposso et Akébou, au sud, déracinent les plantes de fonio matures tandis qu'au nord, des outils traditionnels (couteaux domestiques et faucilles) sont utilisés pour couper les tiges.

La méthode utilisée pour battre le grain varie aussi en fonction de la zone de production. Dans le sud, les grains sont obtenus en battant les pailles alors qu'au nord, les grains sont extraits en foulant les pailles du pied. Après le battage, le grain est séché pendant 3 à 4 jours et est ensuite stocké en grange. Selon les agriculteurs, la durée de stockage peut aller jusqu'à 5 ou 10 ans mais la viabilité des semences diminue considérablement après 2 ans de stockage (Adoukonou-Sagbadja *et al.*, 2006).

3.6. Regard méthodologique : le système de culture, facteur de production

L'analyse rapide des agrosystèmes produisant du fonio illustre la diversité des conditions dans lesquelles cette culture s'insère. Toute étude visant l'amélioration des performances de cette culture devra donc prendre en compte ces réalités, cette diversité. Ce qui sera réalisé dans le cadre du WP 5 en charge des enquêtes dans les différentes régions.

En vue de la construction d'un modèle d'analyse des potentialités et risques liés à la production de fonio permettant de comprendre les écarts entre les performances obtenues par la recherche et celles constatées chez les agriculteurs, il est proposé une description (tableau 10) du système de culture à travers ses composantes déterminantes du point de vue des interactions Climat-Sol-Plante.

- Le mode de gestion du sol constitue une des pierres angulaires du système. Il est en général conditionné soit à des facteurs socio-économiques, soit à des types de systèmes agraires. Changer de mode de gestion du sol relève d'un processus d'innovation et/ou d'adaptation au changement ou à une crise. Le choix d'un mode de travail du sol implique également une modification de tout le système de mécanisation de cette phase... Le projet ne pourra pas éviter le débat sur ces évolutions possibles si celles-ci peuvent concourir à un progrès. On citera par exemple l'intérêt que pourrait constituer des systèmes de culture en non labour intégrant le fonio comme une plante multifonctionnelle : production de grain mais aussi fonction de couverture végétale du sol au sein d'une rotation.
- Le calendrier cultural, en tant que pilotage dans le temps du champ cultivé, constitue l'ensemble de savoir faire agronomique de l'agriculteur. Il traduit également la stratégie d'adaptation et de gestion des risques, en particulier climatique, par l'agriculteur. Le choix du type de plante, de la variété y joue un rôle clé (Niangado *et al.*, 1984). Pour exemple, on étudiera ultérieurement pourquoi les paysans préfèrent les variétés céréalières de type photopériodiques aux variétés dites améliorées à durée de cycle fixe, étudiées et proposées à grand frais par la Recherche. La pratique de la monoculture de mil, sorgho... au détriment de la rotation, l'existence ou non d'une jachère interviennent ici comme des situations rarement voulues mais plutôt imposées par des contraintes soit internes (absence d'offre technologique), soit externes (le marché solvable porte souvent sur une plante dont on cherche à tirer le maximum de profit).

- Les intrants, en particulier pour la fertilisation et la protection des cultures, ont un effet sur la fonction de rendement des cultures, dans la mesure, toutefois, où ils sont disponibles, accessibles et mis en œuvre à temps. Leur efficacité est cependant très météo-dépendante. Ce qui explique l'échec fréquent des projets d'intensification des cultures pluviales dans les régions soudano-sahéliennes lorsque l'engrais, l'herbicide ou la variété ne sont pas subventionnés. Les résultats du projet Espace – Agrhymet de prévision du rendement du mil (figure 13) illustrent, à l'échelle de terroirs villageois d'Afrique de l'ouest, de l'importance de l'interaction système de culture - pédoclimat. Ils confirment la pertinence de l'option du projet visant à procéder à une modélisation agro-climatique de la culture du fonio.

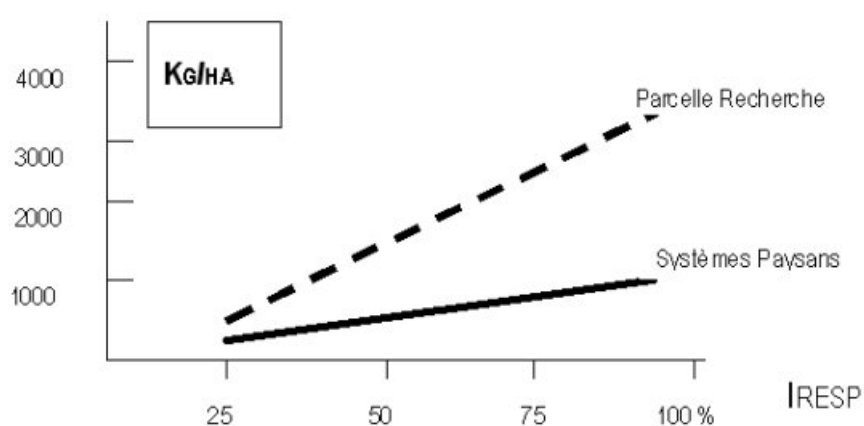
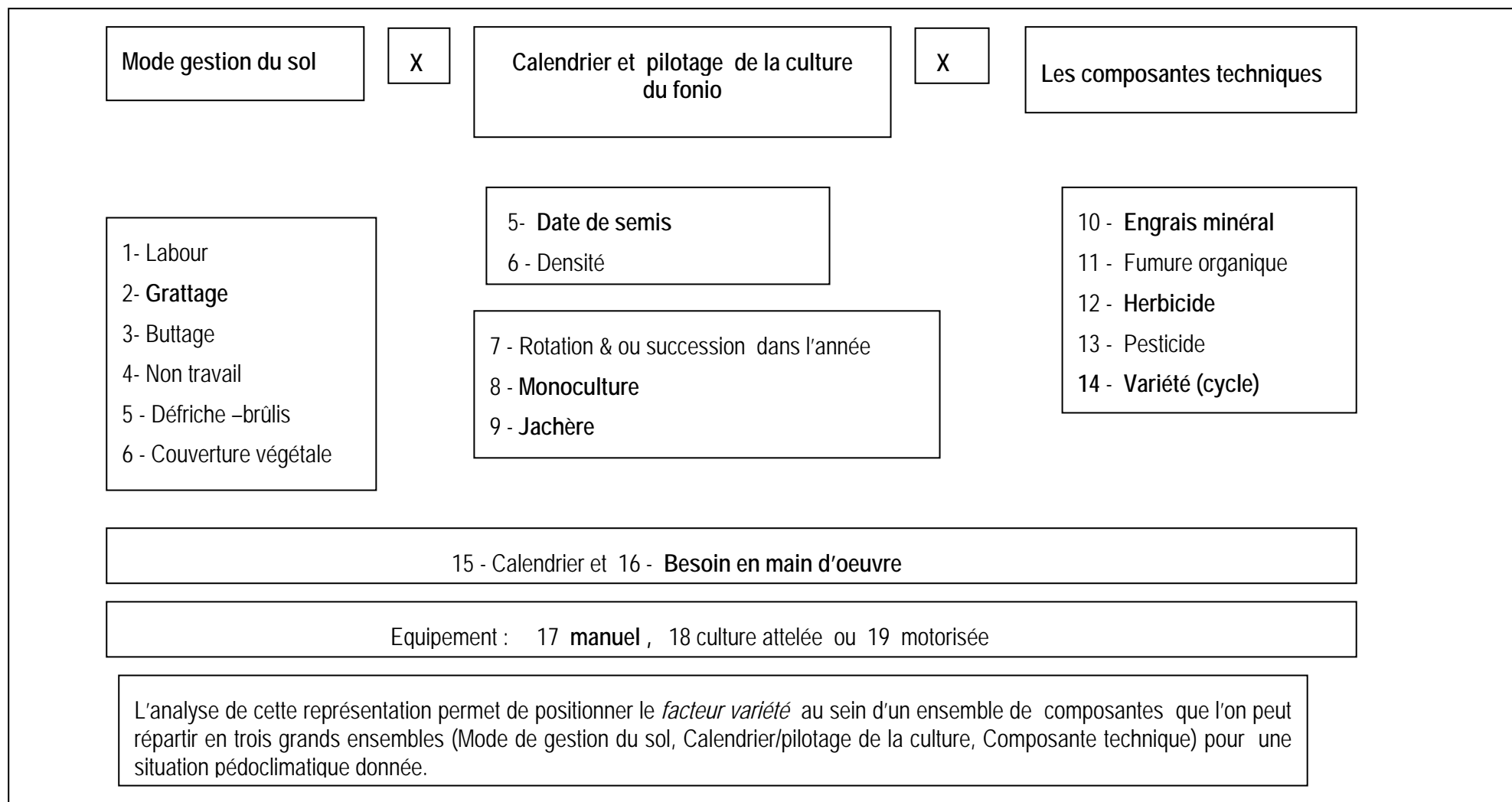


Figure 13. Rendement du mil-grain en fonction de la pluie utile et du système de culture

Tableau 10: Les composantes du système de culture – Identification des facteurs de production dans des agrosystèmes à base vivrière



4 - Bibliographie

- Adoukounou-Sagbadja, H., Wagner, C., Dansi, A., Ahlmeyer, J., Daïnou, O., Akpagana, K., Ordon, F., Friedt, W., 2007, Genetic diversity and population differentiation of traditional fonio millet (*Digitaria* spp.) landraces from different agro-ecological zones of West Africa, *Theor. Appl. Genet.* 115:917-931, DOI 10.1007/s00122-007-0618-x
- Adoukonou-Sagbadja, H., Dansi, A., Vodouhe, R., Akpagana, K., 2006, Indigenous knowledge and traditional conservation of fonio millet (*Digitaria exilis*, *Digitaria iburua*) in Togo, *Biodiversity and Conservation*, vol 15, p 2379-2395.
- Aliero, A., A., Morakinyo, J. A., 2005, Photoperiodism in *Digitaria exilis* (Kipp) Stapf accessions, *African journal of biotechnology*, vol 4 (3), p. 241-243.
- Angé ; A, 1999, L'intensification de l'agriculture Guinéenne par les facteurs de production autres que le travail des ruraux - Contraintes, perspectives et proposition " Doc. IRAG.
- Assamoi, A., 1998, Le Fonio en côte d'Ivoire, dans dans Vodouhe, S, R, Zannon, A., Achigan, D, E, 1998, Actes du premier atelier sur la diversité génétique du fonio en Afrique de l'Ouest, IPGRI, Conakry, Guinée, disponible sur internet : URL <www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/875.pdf>, p. 15 et 16.
- Bourdillat, F., 1995, Les voies d'amélioration de la culture du fonio dans les plaines de Timbi. Mémoire de fin d'études ISTOM, IRAG 60p.
- Clement, J.C., Leblanc, J.M., 1978, Prospection 1978, Les fonios cultivés au Mali, p. 260 à 280.
- Cruz JF., 2001, *Le fonio*. Montpellier : Cirad, ; 24 p.
- Cruz J.F., Dramé D., Diallo T., Son G. 2004. Rapport Annuel des activités (juillet 2002 à décembre 2003) n°8/04. Projet CFC/IGG – (FIGG/02) : Amélioration des technologies post-récolte du fonio. CIRAD-IER-IRAG-IRSAT. CIRAD-Montpellier. France. Janvier 2004. 38 p + annexes
- Detraux, M, 1991, Approche intégrée des systèmes de production et de leur dynamique, un outil pour une politique agricole adaptée aux besoins des régions, Application au Fouta Djallon (République de Guinée Conakry), PhD Thesis, Gembloux University, 473p.
- Diallo, T., A., 1997, Le fonio, céréale de base en Guinée, Ed. Institut de Recherche agronomique de Guinée, 5 p.
- Diallo, T., A., 1998, Diversité génétique de *Digitaria exilis* en Guinée et mesures de préservation dans Vodouhe, S, R, Zannon, A., Achigan, D, E, 1998, Actes du premier atelier sur la diversité génétique du fonio en Afrique de l'Ouest, IPGRI, Conakry, Guinée, disponible sur internet : URL <www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/875.pdf>, p. 29-31.
- Dossou-Yovo, S., 1998, La culture du fonio au Bénin : état des connaissances actuelles et perspectives dans Vodouhe, S, R, Zannon, A., Achigan, D, E, 1998, Actes du premier atelier sur la diversité génétique du fonio en Afrique de l'Ouest, IPGRI, Conakry, Guinée, disponible sur internet : URL <www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/875.pdf>, p. 10-14.
- Drame, D., Cruz, J., F., 2002, Amélioration des technologies post-récolte du fonio, rapport de mission au Bénin et au Sénégal. CORAF (Conseil ouest et centre africain pour la recherche et le développement agricoles), 24p.
- FAO, 2005, Statistical database/Agronomy, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. Disponible sur internet: URL <http://www.fao.org>
- Dancette C., 1983, Besoins en eau du mil au Sénégal. Adaptation en zone semi-aride tropicale. *Agronomie tropicale* ; 34 : 331-344.
- Forest F., Cortier B., 1991, Diagnostic hydrique des cultures et la prévision du rendement régional du mil cultivé dans les pays du CILSS. In : Soil water balance in the Sudano-Sahelian zone, M.V.K. Sivakumar, J.S. Wallace, C. Renard et C. Giroux éd. Proceedings of the Niamey workshop, Niamey, Niger, février. Wallingford, lahs Press, p. 547-557.

- Froment, D, Renard, C, 2001, Fonio dans Raemaekers, R, H, 2001, Agriculture en Afrique tropicale DGCI, Bruxelles, Belgique, p. 37-43 ISBN : 90-806822-2-5
- Graaffland, L., 2006 , Maîtrise des adventices pour une gestion durable des plaines de Haute Guinée. Mémoire de synthèse AGIR.ESAT, Montpellier 2006.
- Lalba, A., Vognan, G., 2004, Dynamique de l'intensification durable des systèmes de production mixtes « coton-céréales-élevage » dans l'Ouest du Burkina Faso, Atelier sur les bonnes pratiques agricoles dans l'Ouest du Burkina Faso, édition conjointe FAO, INERA, 39 p.
- Lo, M., 1998, La culture du Fonio en Casamance : réalités et perspectives dans Vodouhe, S, R, Zannon, A., Achigan, D, E, 1998, Actes du premier atelier sur la diversité génétique du fonio en Afrique de l'Ouest, IPGRI, Conakry, Guinée, disponible sur internet : URL <www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/875.pdf>, p. 23 à 26.
- Maraux F, Baron C., Forest F., Imbernon J., Ouaidrari H., 1994, Prévisions de rendement du mil en Afrique Sahélienne; l'expérience du CIRAD. FAO, Colloque Villefranche sur mer. Octobre 1994.
- National Research Council, 1996, Lost crops of Africa, National Research council, National academy Press, Washinton, USA, volume 1, 77p.
- Niangado O, Diourte M, Traore K, Scheuring JE, 1984, Production et amélioration variétale du mil au Mali. Contribution a l'atelier régional sur l'amélioration variétale du mil en Afrique de l'ouest. Centre Sahélien de l'ICRISAT, 31 août au 4 septembre 1984.
- Portères, R., 1955, Les céréales mineures du genre *Digitaria* en Afrique et en Europe, Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée, Tôme 11, N°7, 8 et 9, p.23 à 675.
- Portères, R., 1976, African cereals: Eleusine, Fonio, Black Fonio, Teff, Brachiara, Paspalum, Pennisetum, and African Rice, dans Harlan, J., de Wet, J.M.J., 1976, The origins of African plant domestication, A.B.L Stemler (eds), The Hague: Mouton, p. 409 à 451.
- Renoux, L., Dumas, P., 1905, Culture du Fonio, dans L'agriculture pratique des pays chauds, bulletin du jardin colonial, cinquième année, p.357-367.
- Samaké, O., 2003, Intergrated crop management strategies in Sahelian land use systems to improve agricultural producivity and sustainability : A case study in Mali, PhD Thesis Wageningen University, 132p, ISBN: 90-5808-888-X.
- Sansan, D, 2004, Rapport d'activités, projet Fonio CFC, INERA, Station de Farako-Ba, Burkina Faso, 26 p.
- Sedogo D and Shetty S V R, 1990, Development des Systemes alternatifs de culture pour une utilisation efficace de la pluviometrie dans la zone soudano-sahelienne du Mali. Paper presented at the workshop on maize and cowpea. SAFGRAD/IITA, Lome, Togo
- Traore, A., 1994, Production/commercialisation du Fonio, Bureau Conseil GEC-SOCETEC, 7 p.
- Vodouhe, S, R, 1998, Origine et aire de culture de *Digitaria exilis* en Afrique de l'Ouest dans Vodouhe, S, R, Zannon, A., Achigan, D, E, 1998, Actes du premier atelier sur la diversité génétique du fonio en Afrique de l'Ouest, IPGRI, Conakry, Guinée, disponible sur internet : URL <www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/875.pdf>, p. 29-31.
- Vodouhe, S, R, Zannon, A., Achigan, D, E, 1998, Actes du premier atelier sur la diversité génétique du fonio en Afrique de l'Ouest, IPGRI, Conakry, Guinée, disponible sur internet : URL <www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/875.pdf>, 72 p.

Annexes

Annexe 1 : Clef d'identification des races de fonio (Portères, 1955)

CLEF DE RECONNAISSANCE DES GROUPES RACIAUX DE *Digitaria exilis* STAPP.

- + Pédicelles groupés par 4, peu par 3, jamais par 2, à épillets apparemment 2-3 séries sur les racèmes :
 - = Inflorescences de 3-4 racèmes (parfois 2 ou 5) portant 120-140 épillets par 10 cm.
 - Groupement racial *Semre* A. var. *densa*
 - = Inflorescences de 2-3 racèmes, rarement 4, portant 90 à 120 épillets par 10 cm.
 - Etat sétulo-scabre des racèmes (ailes et nervure médiane), des pédicelles et des marges foliaires. Races vigoureuses et tardives :
 - Groupements raciaux *Foniba* B. var. *rustica*
 - Epillets mûrs courtement ventrus (longueur/largeur = 1.6-1.75) et pigmentation anthocyanique absente ou faiblement distribuée :
 - Groupement racial *Foniba-gbé* 1. subvar. *clara*
 - Epillets mûrs ellipsoïdes atténués (longueur/largeur = 1.75-1.95) et pigmentation anthocyanique importante :
 - Groupement racial *Foniba-oule* 2. subvar. *rubra*
 - Etat sublisé à peu scabre des racèmes (lisses et glabres sur la nervure médiane) et des pédicelles. Limbe foliaire très accrochant aux marges. Epillets ventrus à ellipsoïdes, à relation L/l = 1.7-1.8, apparemment 2-sériés sur le racème. Pigmentation anthocyanique distribuée partout et moyennement intense :
 - Groupement racial *Saara* C. var. *mixta*
 - + Pédicelles groupés par 3 (parfois 2 ou 4), à épillets apparemment 1-2-sériés sur les racèmes, à inflorescences de 2 (rarement 3) racèmes; races précoces plus ou moins pigmentées :
 - Racèmes plus ou moins spiculés jusqu'à la base, peu scabres à sublisses; pédicelles glabres et lisses; feuilles peu accrochantes aux marges. Epillets distants, apparemment unisériés sauf au milieu du racème, par 60 à 110 sur 10 cm., ovo-ellipsoïdes et atténués, aigus aux extrémités (L/l = 1.75-1.9) :
 - Groupement racial *Momo*, peu pigmenté.. D. var. *stricta*
 - Racèmes spiculés jusqu'à la base, relativement peu scabres; pédicelles apres, non lisses; feuilles accrochantes aux marges. Epillets contigus ou se recouvrant, apparemment 2-sériés, un peu plus allongés que précédemment (L/l = 1.85-2.0) :
 - Groupement racial *Berele* E. var. *gracilis*
 - Pigmentation très développée :
 - Epillets ovales-elliptiques 1. subvar. *curta*
 - Epillets elliptiques, aigus à l'extrémité. 2. subvar. *elliptica*
 - Pigmentation faible à absente. Epillets ovales-elliptiques 3. subvar. *pallida*

A. *D. exilis* Stapf. var. *densa* nov. var. (1).

Variété localisée au Togo et représentant un aspect majeur de l'espèce.

Plantes élevées, fortes, à long cycle végétatif; inflorescences de généralement 3, souvent 4 et même parfois 5 racèmes très longs (15-18 cm) portant 120 à 140 épillets par 10 cm de racème. Epillets apparemment sur 2-3 rangées, groupés par 3-4 sur chaque appareil racémulaire, environ de 1.7 × 0.95 mm (longueur/largeur = 1.7-1.8), petits et globuleux, jusque 2.100 au gramme. Plante très pigmentée.

ECHANTILLONS (tous du Togo français)

- 7. *Sebre* (Lamba). — Mango : Kande, IX-1945.
- 12. *Sebre*. — Mango : Kpesside, IX-1946.
- 17. *Sebre*. — Mango, Atalote, IX-1946.
- 22. *Tchokobaka* (Tamberma). — Togo fr. : Mango : Tamberma : Ouatemaola.
- 167. *Semre* (Lamba).
- 172. *Semre* (Lamba).

L'appellation *Semre*, *Sebre* est d'origine linguistique Peul du Soudan occidental : *Sereme*, *Serembe* qui a le sens de « graine alimentaire »;

Tchokobaka en Tamberma signifie « tardif rouge ».

La variété *densa* paraît dériver d'une forme de var. *rustica* subvar. *rubra*. Le type qui en est le plus rapproché est concrétisé par le Fin-Sa (n° 151) de Bobo Dioulassa.

B. *D. exilis* Stapf var. *rustica* nov. var. (2).

L'ensemble des formes entrant dans ce groupement est donné ici vernaculairement comme *Foniba* ou « grand fonio ». Les caractères généraux sont les suivants :

Racèmes 2-4, parfois 5 par inflorescence, généralement 2-3, avec prédominance (80 %) de 2 racèmes (Une forme, *Foniba-gbé* 131 de Kissidougou est plus riche (50 % avec 2; 44 % avec 3; 5 % avec 4 et 0,25 % avec 5 racèmes. Décompte sur 250 pieds); 9 à 12 cm de longueur; ailes sétulo-scabres sur les marges, principalement dans la moitié distale; nervure médiane denticulée, âpre sur la

(1) Var. *densa* nov. var. — Inflorescentia densiflora. Racemi 3-4 sessiles 15-18 cm longi, scabridi; pedicellis 3-4 glomeratis; spiculis dense imbricatis 2-3 serialibus. Folia margine setulosa (Typ. n° 7).

(2) Var. *rustica* nov. var. — Inflorescentia densiflora. Racemi 2-3, sessiles scabridi vel setulosi; pedicellis 3-4 glomeratis; spiculis dense imbricatis biserialibus. Folia margine setulosa (Typ. n° 131).